

TARTU ÜLIKOOL

Loodus- ja tehnoloogiateaduskond

Jaana Mihailišina

Õpilaste graafilise informatsiooni lugemise ja kujutamise oskus füüsika tunnis

(Tartu Jaan Poska Gümnaasiumi näitel)

Magistritöö

Juhendaja: PhD Svetlana Ganina

Tartu 2014

Sisukord

SISSEJUHATUS.....	3
1. VARASEMAD UURINGUD JA KIRJANDUSE ÜLEVAADE	6
2. METOODIKA.....	9
2.1. Valim.....	9
2.2. Uuringu ülesehitus.....	9
2.3. Stsenaarium ja tagasiside.....	10
2.4. Instrument.....	11
2.4.1. Instrumendi ülesehitus.....	12
3. TULEMUSED JA ARUTELU.....	14
3.1. Eeltestide tulemused.....	14
3.1.1. Elementaarse taseme küsimused	15
3.1.2. Keskmise taseme ülesanded	16
3.1.3. Kõrgema taseme ülesanded	18
3.2. Järeltestide tulemused.....	23
3.2.1. Elementaarse taseme küsimused	24
3.2.2. Keskmise taseme küsimused	25
3.2.3. Kõrgema taseme küsimused	27
3.3. Arutelu.....	31
KOKKUVÕTE.....	34
TÄNUAVALDUSED	36
KASUTATUD KIRJANDUS:	37
Internetiallikad	39
SUMMARY	40
LISAD.....	41

Sissejuhatus

Graafikud on tänapäeval olulised infoallikad, mida kasutavad nii teadlased kui ka teaduses mitte-aktiivsed inimesed, näiteks ajakirjanikud, ametnikud ja poemüüjad.

Teadlased koguvad informatsiooni suures osas arvuliste andmetena, seda informatsiooni on võimalik edasi anda näiteks graafikute ja tabelitena. Graafiliselt ja tabelitena edasi antud informatsioon on hõlpsamini kasutatav ja ülevaatlik. Graafik on kvantitatiivseid suhteid väljendav joonis, mis näitab piltlikult, kuidas üks suurus sõltub teisest suurusest (Ardley, 2000; Eesti õigekeelsussõnaraamat, 2014).

Graafikuks peetakse ka diagrammi, mis näitab muutujate omavahelist seost. Põhiliselt on graafikul esitatud kaks muutujat, kummagi muutuja väärtused on esitatud graafiku ühel või teisel teljel (nt: x ja y teljel) (Oxford Dictionaries, 2014).

Graafiliselt esitatud andmete analüüsi- ja lugemisoskused ei ole tarvilikud ainult tulevastele loodus- ja täppisteadlastele, vaid ka paljude muude elualade esindajatele, näiteks majandus- (börsiindekside muutused) ja tervishoiuvaldkonnas (elektrokardiogramm). Suur osa informatsiooni meedias on edasi antud graafikutega: sporditulemused, erakondade populaarsuse muutused jne (Arbor, 2011).

Tulevase töötaja informatsiooni, sh ka graafilise informatsiooni, töötlemise ja lugemise oskust peetakse majandusteadlaste poolt üheks töövõtja hädavajalikuks oskuseks (Murray, 2003). Seega on see oluline oskus ka tööturul.

Graafilisel kujul edastatakse meedia kaudu väga palju informatsiooni, sest eeldatakse, et sellisel kujul esitatud informatsioon on ilmselt lugejale mõistetav. Tegelikult on graafilise informatsiooni mõistmine väga kompleksne ülesanne ning järelikult on äärmiselt oluline, et inimesed oskaksid pädevalt ka graafiliselt esitatud informatsiooni lugeda ja kasutada (Dreyfus, Eisenberg, 1990). Sellist oskust ei tohiks jätta arendamata.

Graafikute analüüsi ja sünteesimisoskuste arendamist on rõhutatud ka Eesti Gümnaasiumi riiklikus õppekavas. Seda on mainitud nii bioloogia kui ka füüsika kursuste põhilistes õpitulemustes, näiteks füüsika õppekava õppetulemustes on korduvalt välja toodud, et õpilane peab olema võimeline esitama katseandmeid nii tabeli kui ka graafikuna. Seega on graafiku

joonestamise (sünteesimise) ja lugemise oskus ka loodusteaduslikus hariduses oluline (Gümnaasiumi riiklik õppekava, 2010).

Graafiku mõistmise oskus võimaldab lugejal näha suundumusi (*trends*) ja näha ka väikeseid erinevusi (Mokros, 1986).

Uurijad on leidnud, et kahjuks on laialdaselt levinud oskamatus konstrueerida korrektset graafikut ja esineb palju valesti tõlgendamist. Lisaks esineb ka hulk väärarusaamu graafikute lugemise kohta (Shaw, Padilla, McKenzie, 1986; Berg, Phillips, 1994).

Tulenevalt loetletud probleemidest uuritakse käesolevas töös õpetaja etteütlemiste ja stsenaariumi kasutamise mõju õpilaste graafilise informatsiooni lugemise ja kujutamise oskusele (sh väärarusaamadele), mis õpilastel selles valdkonnas esinevad.

Bloomi taksonoomia on ülesehitatud hierarhiliselt, õppimist on seal kirjeldatud kui lihtsalt ja konkreetset õppimise vormilt üleminekut keerulisematele ja abstraktsematele vormidele. Süntees, sh ka graafikute süntees, on Bloomi taksonoomia kohaselt üks neljast kõrgeimast mõtlemistasandist (Lindgren, Suter, 1994). Graafiku sünteesimiseks, peab õpilane mõistma selle sisu ja olema võimeline seal esitatud informatsiooni analüüsida, seega peab õpilasel olema ka graafiku lugemise ja analüüsimise pädevus.

Magistritöö peamiseks eesmärgideks on välja selgitada, milline on gümnaasiumiõpilaste graafiku lugemise ja koostamise oskus. Samuti uuritakse, millega on õpilastel probleeme graafiliste ülesannetega lahendamisel ja kuidas võiks neid probleeme vähendada õppetöös stsenaariumi kasutamine graafiliste ülesannete lahendamisel.

Samuti on töö eesmärgiks selgitada stsenaariumi kasutamise ja protsessile suunatud tagasiside andmise mõju õpilaste graafilise informatsiooni lugemisoskusele ja mõistmisele füüsika tunnis.

Lähtuvalt magistritöö eesmärgist on püstitatud kolm uurimisküsimust:

1. Milline on gümnaasiumiõpilaste graafiku lugemise ja koostamise oskus?
2. Milliste graafiliste ülesannete lahendamise protsessidega on õpilastel kõige rohkem probleeme?
3. Kuidas mõjub graafiku joonestamisel stsenaariumi kasutamine ja õpetaja poolt klassis antav tagasiside, märksõnad ja etteütlemine õpilase graafilise info lugemise ja graafiku koostamise oskusele?

Uuringu eesmärgi täitmiseks viidi läbi eeltest õpilaste graafilise informatsiooni lugemisoskuse väljaselgitamiseks. Ühele rühmale anti graafilise informatsiooni paremaks lugema õppimiseks ja koostamiseks õppematerjal, mida nad kasutasid abivahendina tunnis ülesannete lahendamisel. Teise rühma ehk kontrollgrupi tundides kasutati tavalisi õppemeetodeid. Pärast järeltesti täitmist selgitati välja, kuivõrd on selline abimaterjal parandanud õpilaste oskuseid.

1. Varasemad uuringud ja kirjanduse ülevaade

Claude Janiver oli üks esimesi matemaatika õppejõude, kes mainis probleeme, mis tekivad õpilastel graafikuid tõlgendades. Ta tõi välja, et graafikute lugemist ja konstrueerimist õpetatakse küll matemaatikatunnis, aga sellisel kujul jäetakse tihti tähelepanuta graafikute universaalne tähendus ja konstruktsioon (Asli, 2001).

Nagu eelpool mainitud, on õpilastel probleeme graafikute konstrueerimise ja mõistmisega. Probleemid ei ilmne alles gümnaasiumis või ülikoolis, vaid juba põhikooli õpilaste oskused graafikut konstrueerida on puudulikud.

Alibali, Asquith, Hattikudur, Knuth, Natahan ja Pranthar on tõdenud (2012), et põhikooli matemaatika tunnis pööratakse tähelepanu sellele, et õpilane oskaks graafikult informatsiooni lugeda ning esitatud informatsiooni omavahel võrrelda, kuid oluliselt vähem pööratakse tähelepanu graafikute konstrueerimisele. Nende uurimuses analüüsitakse põhikooli õpilaste (6.klass) võimeid ja oskuseid intuitiivselt graafikut konstrueerida (enne koolis formaalselt teemaga tutvumist) ja seda, kuidas õpilaste intuitsioonid järgmistes klassides (7.-8. klassis) arusaamadeks kujunevad. Erilist tähelepanu pööratakse graafiku tõusu (*slope*) kui funktsiooni mõistmisele ja graafiku ristumisele y-teljega (*y-intercept*). Teise olulisema uurimisküsimusena käsitleti graafiku kvantitatiivsete tunnuste olemasolu või puudumise mõju tõusu funktsioonist ja graafiku y-teljega ristumisest arusaamisele (Alibali, Asquith, Hattikudur, Knuth, Natahan, Pranthar, 2012).

Teadustöö käigus selgus, et õpilastel on rohkem probleeme just kvalitatiivsete graafikutega, kuna nendele graafikutele ei pöörata õppetöö käigus oluliselt tähelepanu. Teine võimalus, miks just kvalitatiivsete graafikute konstrueerimisel rohkem probleeme esineb võib olla tõsiasi, et õpilased on harjunud opereerima mingisuguste graafikute punktidega ja seejuures võib jääda neile mõistatamatuks üldine seos ehk graafik, kus ei pea tingimata kindlate punktide väärtuseid arvutama. Läbiviidud teste analüüsisides leiti, et 41% 6. klassi õpilastest jättis kvalitatiivsed graafikud joonestamata. Uurijad rõhutavad, et kvalitatiivsete graafikutega peaks klassiruumis rohkem töötama, et aidata mõista õpilastel üldiseid seaduspärasusi ja nende graafilist kujutamist (Alibali jt, 2012). Lisaks selgus uurimistööst, et õpilastel on vähem probleeme graafiku lineaarse tõusuga. Uurijad pakkusid välja, et ilmselt on see nii, kuna õpilastel on tõusude ja langustega ka päriselus rohkem kokkupuudet (mäed), mis võib aidata neil sellest paremini aru saada. Graafiku y-teljega ristumise mõistmine oli siiski oluline

probleem ka vanemates klassides (7.-8.klass). Uurijad arvasid, et ilmselt võib probleem tuleneda sellest, et analoogsete protsessidega on õpilastel päriselus vähem kokkupuudet või on suurem kokkupuude nähtustega, kus y-telje väärtus on protsessi alguses peaaegu alati null (nt: ajaskaala) (Alibali jt, 2012).

Üsna palju on uuritud personaalarvutite kasutamist abivahendina graafilise informatsiooni paremaks mõistmiseks, küll aga on paljud neist uuringutest läbi viidud kinniste küsimustega, ehk valikvastusteliste testidena – see aga tähendab, et on oluliselt suurem võimalus, et õpilane lihtsalt tunneb ära „õige“ graafiku. Sellist „õige“ graafiku äratundmist võib küll pidada mõnes mõttes õppimiseks, kuid taoline käitumisviis ei pruugi tähendada oma tegevuse mõistmist ja seeläbi ka sügavamate oskuste arendamist. Mida rohkem õpilane ise osaleb vastuse genereerimises, seda rohkem peegeldab vastus tema teadmiste tegelikku ulatust (Berg, Smith, 1994).

Berg ja Smith pakkusid välja, et valikvastustega küsimused ei kutsu õpilast sügavalt probleemi läbi töötama, vaid pigem andma pealiskaudseid vastuseid. Lisaks leidsid nad, et kui õpilastele anda võimalus oma vastust selgitada, siis paljud valikvastustega testides antud valed vastused võib õigeks lugeda, võttes arvesse vastuse selgitust. Muu hulgas leidsid nad ka, et küsimustiku formaat, mis lubab õpilasel ise vastuse koostada, sai vähem valesid vastuseid võrreldes valikvastustega testiga (Berg, Smith, 1994).

Mehaanika ülesanded on varasemates uuringutes saanud rohkem tähelepanu, uuritud on õpilaste graafilise informatsiooni lugemisoskust ja graafikute joonestamise oskuseid (Beichner, 1994; Berg, Smith, 1994). Ei ole selge, miks just see füüsika valdkond on saanud rohkem tähelepanu, aga mõned teadlased on juhtinud tähelepanu asjaolule, et mehaanika graafikuid peetakse füüsikas graafilise informatsiooni esitamise ja koostamise alustalaks. Samadele põhimõtetele tuginevad kõik põhilised graafikute kontseptsioonid ning mehaanilisi suuruseid (asukoht, aeg, kiirus) on juba pikka aega olnud võimalik täpselt (ka klassiruumi tingimustes) mõõta. Seega on paljud teadlased võtnud seisukoha, et graafilise informatsiooni mõistmise ja lugemise oskust on mõistlik kontrollida ja parandada füüsika tunnis just mehaanika teema juures (Beichner, 1994).

Lisaks on oluline mainida, et mõned autorid toovad välja, et õpilaste probleeme graafikute lugemisel võidakse paljude õpetajate poolt ületähtsustada. Nimelt on neil aastatepikkuse kogemusega välja kujunenud ekspert-pimedus (*expert-blindness*) ehk nemad vaatavad

graafikut ja mõistavad momentaalselt, mis on graafiku sisu ja väärtused, ilma pingutamata ja endale ülesande lahendamise protsessi teadvustamata (Newbury, 2013).

2. Metoodika

Käesoleva töö eesmärgiks on selgitada stsenaariumi kasutamise ja protsessile suunatud tagasiside andmise mõju õpilaste graafilise informatsiooni lugemisoksusele ja mõistmisele. Vastavalt töö eesmärgile viidi 10. klassi õpilastega läbi eeltest (Lisa 1.), et jõuda arusaamale õpilaste oskustest lugeda ja konstrueerida graafikuid. Testi teema „Kiirus ja kiirendus“ on üks esimesi „Mehaanika“ kursuse teemasid 10. klassis ja testi läbiviimise ajaks juba omandatud. Eeltesti (Lisa 1.) eesmärk on kaardistada kahe rühma (kontrollgrupi ja testgrupi) oskused. Järeltesti (Lisa 3.) eesmärgiks on välja selgitada, kuivõrd on selline abimaterjal parandanud õpilaste oskuseid.

2.1. Valim

Uurimuse läbiviimiseks ja testide piloteerimiseks moodustati mugavusvalim. Instrumentide valideerimiseks viidi 2014. aasta märtsis läbi pilootuuring. Pilootuuringu valimisse kuulusid viis 12. klassi õpilast.

Põhiuuringu valimisse kuulusid Tartu Jaan Poska Gümnaasiumi kahe kümnenda klassi õpilased. Testrühma kuulus 28 ja kontrollrühma 26 õpilast. Kontrollrühma ühe õpilase töö oli täidetud loetamatu käekirjaga ja seetõttu analüüsitavate tööde hulka ei arvatud. 2014. aasta kevadel viidi läbi eel- ja järeltestid. Testid viidi läbi ajal, mil valitud klassidel oli mehaanika teemade käsitlemine samal ajal ja samas järjekorras tsükliõppena.

Järeltestidele vastas testgrupis 23 õpilast ja kontrollgrupis 26 õpilast.

Andmetöötlus viidi läbi Microsoft Exceliga.

2.2. Uuringu ülesehitus

Uuring koosnes neljast järjestikusest osast: 1) eeltest; 2) õppetöö stsenaariumiga või ilma; 3) testrühmas protsessile orienteeritud tagasiside andmine lisaks õpetaja märksõnadele õppetöö jaoks; 4) järeltestid.

Uuringu esimeses osas täitsid õpilased individuaalselt eeltesti, millega kontrolliti nende graafilise informatsiooni lugemise ja kujutamise oskuseid. Testid olid anonüümsed.

Järgnevates füüsikatundides erines õpilaste õppetöö mõningal määral. Kontrollrühmas ei viinud õpetaja oma väljakujunenud õppemeetodikasse muutuseid sisse. Testrühmas jaotas õpetaja õpilastele stsenaariumi, mille abil on võimalik pöörata rohkem tähelepanu ülesande lahendamise protsessile ja kriteeriumitele, mida peavad täitma graafiliste ülesannete

lahendused. Lisaks andis õpetaja tagasisidet klassi põhilistest vigadest, milliste ülesande lahendamise protsessidega oli enim probleeme eeltestides ning analoogseid ülesandeid lahendati koos stenaariumiga ja õpetaja juhendamisel (märksõnade andmine, tähelepanu juhtimine). Testrühmale antud tagasisidet nimetatakse protsessile suunatud tagasisideks (Panadero, Tapia, 2010).

Järeltest ehitati üles teemal, mis oli kummalgi klassil läbitud ja omandatud. Järeltesti teemaks oli „Potentsiaalne ja kineetiline energia“. Järeltesti eesmärgiks oli välja selgitada, kuivõrd ja kas üldse muutusid katserühma õpilaste testi tulemused võrreldes kontrollrühmaga.

2.3. Stenaarium ja tagasiside

Pandero, Tapia ja Huertas on oma uurimuses leidnud, et lihtsalt stenaariumi kasutamine protsessi mõistmise parandamiseks ei muuda õpilaste tulemusi paremaks ilma ülesande lahendamise protsessile tähelepanu suunamata ja vastavat tagasisidet andmata. Seega on lisaks stenaariumile oluline ka õpetaja poolne tagasiside andmine, mis ei ole suunatud tulemustele (kui kõrged tulemused saavutati), vaid just protsessi mõistmisele, tehtud vigade analüüsile ja korrektsele lahendusele (Panadero, Tapia, Huertas, 2012). Seda võeti käesoleva magistritöö läbiviimisel arvesse ja rakendati õpilaste arusaamise parandamiseks nii stenaariumit kui ka protsessile orienteeritud tagasisidet.

Teaduslikult on uuritud õppimist ja enesedistsipliini arendamist läbi õpetaja poolt vastuse andmise või protsessi käigus etteütlemise, märksõnade andmise ja stenaariumite kasutamise. Etteütlemine ja märksõnade andmine toimub õppimise ja ülesannete lahendamise käigus. Näiteks mainib õpetaja ülesande lahendamise ajal, millele pöörata tähelepanu lahendamise käigus või selle planeerimisel. Stenaarium kujutab endast küsimusteseeriat, millele tuleb ülesande käigus vastata, või etappe, mis tuleb ülesannet lahendades läbida. Seega etteütlemine, märksõnade andmine ja stenaariumi kasutamine osutavad ülesande lahendamise etappidele, millele tuleb tähelepanu pöörata, hindamaks paremini oma arusaamist ülesande lahendusest (Panadero, Tapia, 2010).

Etteütlemine, märksõnade andmine ja stenaariumi kasutamine võivad parandada nii õpilase õppetulemusi ja teadmisi kui ka eneseregulatsiooni oskuseid (Berthold, Nuckles, Renkl, 2007). Stenaariumi kasutamine on olnud edukas eneseregulatsiooni ja õppetulemuste parandamisel just matemaatika probleemide ja ülesannete lahendamisel. Eriti hästi on paranenud tulemused õpilaste puhul, kellel on olulisi probleeme just matemaatika ülesannete

lahendamisel (Montague, 2007). Erinevate uurismistööde käigus on saadud erinevaid tulemusi. Uuringud on erineva tasemega üles ehitatud ja etteantud stsenaariumid erinevad kvaliteedi poolest. Samuti on eri uuringute käigus rakendatud stsenaariumeid erineva aja jooksul (Berthold, Nuckles, Renkl, 2007).

2.4. Instrument

Instrument, mille abil õpilaste graafilisi oskuseid kontrolliti, on üles ehitatud eelkõige kontrollimaks, kas õpilane on omandanud graafilise info lugemiseks ja kujutamiseks vajalikud elementaarsed oskused. Testide viimase osa (kolmanda ülesande) eesmärgiks on välja selgitada, millised on õpilaste oskused kujutada graafiliselt ühte füüsilist protsessi.

Instrumendi valik mõjutab ka väärarusaamade ilmnemise sagedust antud vastustes. Üks olulisematest väärarusaamadest graafikute lugemisel ongi graafiku lugemine kui „pildi“ vaatamine, mis kirjeldab sündmust või nähtust. Valikvastustega küsimustele annavad õpilased vastuseks „pildi“ oluliselt sagedamini, kui vabavastustega testile vastanud õpilaste puhul. Seega on kohane, et õpilastel on võimalus vastata ise vabalt valitud vormis, mitte valida õige vastus ette antud vastuste hulgast (Berg, Smith, 1994).

Oluliselt paraneb õpilaste poolt antud õigete vastuste arv, kui ülesande kirjeldusele on lisatud joonis või pilt ülesande stsenaariumi kohta (Berg, Smith, 1994). Seetõttu on nii eeltesti kui ka järeltesti kõrgeima taseme ülesandes (Ülesanne 3.)(Lisa 1. ja Lisa 3.) õpilastele välja toodud protsessi kujutav joonis ning õpilasele antud võimalus koostada ise graafik.

Woodward ja Byrd on juhtinud tähelepanu, et klassiruumis küsitakse õpilastelt graafikute kohta pealiskaudseid teadmisi esile kutsuvaid küsimusi, mis ei ole üldiselt väga keerukad (Woodward, Byrd, 1984). Ülesannete graafiline lahendamine lihtsalt loetavat ja konkreetset infot küsides ei ole väga mitmekesine. Graafiline lahendamine on näiteks probleemi või ülesande lahendite leidmine joonisel tehtavate konstruktsioonide ja mõõtmiste teel (Kaasik, 2004). Õpilased peavad iseseisvalt konstrueerima vastuse testide kolmandates ülesannetes.

Siit edasi aga tekib küsimus, kuidas hinnata inimese asjatundlikkust graafilise informatsiooni lugemisel? Howard Wainer esitanud enda versiooni kartograafi ja teoreetiku Jacques Bertini poolt välja pakutud küsimustest, millest igaüks on vahend kontrollimaks kui keerulist informatsiooni on inimene võimeline graafikult lugema (Wainer, 1992).

Nende küsimuste tasemed on järgmised:

- Esimese ehk elementaarse taseme küsimused eeldavad konkreetse informatsiooni saamist, näiteks küsimus graafiku punkti väärtuse kohta.
- Keskmise taseme küsimused sisaldavad suundumuste (*trends*) lugemise oskust graafikult, näiteks ajavahemiku jooksul aset leidnud muutuste märkamine.
- Kõrgema taseme küsimused aga eeldavad juba sügavamat mõistmist andmete struktuuri ja andmete suhtelisuse või absoluutsuse kohta, näiteks peaks inimene olema võimeline võrdlema suundumusi (*trends*) ja oskama lugeda mõne näitaja muutumise mustreid ning prognoosida edasist sündmuste käiku.

Neid kolme taseme küsimusi kombineeritakse omavahel tihti.

Filosoof C.S.Peirce on analoogselt välja pakkunud informatsiooni tunnetamist kolmetasandilisena, kus esimesel tasandil on konkreetne teave, teisel ühe infokillu suhe teisega ning kolmandaks nende kahe infokillu suhtestumine mingisuguse kolmanda nähtusega (Peirce, 1891; Wainer, 1992).

Mõned teadlased, näiteks McKenzie ja Padilla on välja pakkunud, et seos graafiku mõistmise ja koostamise oskuse ning teaduslike seoste ehk mudelite mõistmise vahel on olulise tähtsusega (McKenzie, Padilla, 1984). Seega on füüsika kui loodusteaduse õpetamisel kohane kasutada avatud vastustega testi, mis koosneb erineva keerukusastmega küsimustest ning kontrollib teaduslike seoste mõistmist.

2.4.1. Instrumendi ülesehitus

Testid koosnesid kolmest ülesandest. Ülesandeid ei esitatud keerukuse järjekorras. Esimesed kaks ülesannet koosnesid kolmest küsimusest ja viimane ülesanne koosnes mitmest alaülesandest. Viimases ülesandes pidi õpilane lahendama kahe kõrgema raskusastmega ülesandeid, kusjuures kolmanda ülesande 2. ja 3. ning 4. ja 5. alaülesanded olid omavahel seotud.

Instrumendi eeltesti 1. ja 2. ülesanne on leitud Riikliku Eksami ja Kvalifikatsioonikeskuse kodulehelt, neid ülesandeid on lahendatud 2005. ja 2012. aasta füüsika riigieksamitel (Riigieksam, 2005; Riigieksam, 2012). Kolmanda ülesande tüüpi on kasutatud teadustöodes ühe põhilise ülesandena, et kontrollida õpilaste graafikute koostamise ja lugemise oskust (Berg, Smith, 1994).

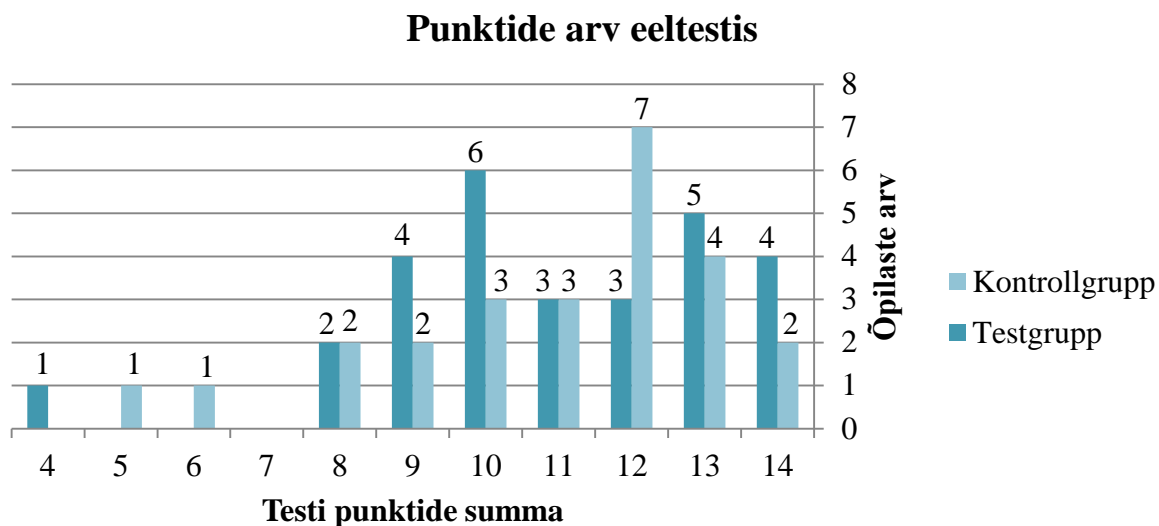
Ülesanded jagunesid raskusastme järgi ja küsimuste kaupa järgmiselt: esimese ehk elementaarse taseme küsimusi oli kaks (2.1. ja 2.2.), teise ehk keskmise taseme küsimusi oli neli (1.1., 1.2., 3.2.-3.3., 3.4.-3.5.), kõrgeima ehk kolmanda taseme ülesandeid oli samuti neli (1.3., 2.3., 3.6. ja ülesande 3. graafiku joonestamine).

Punkte sai koguda järgmiselt: esimese ja teise taseme ülesannete vastuseid hinnati 1 punktiga küsimuse kohta ja kolmanda ehk kõrgeima taseme ülesannete/küsimuste eest sai koguda 2 punkti küsimuse kohta. Kõrgeima taseme küsimuste puhul sai kaks punkti juhul, kui lahendus on igati korrektne nii protseduuriliselt kui ka füüsiliselt. Kui kõrgema raskusastmega küsimuse vastus oli antud põhimõtteliselt korrektselt, aga esines väikeseid protseduurilisi või füüsilisi ebakorrektsusi, siis õpilane kaotas ühe punkti. Kogu testi maksimaalne punktisumma oli 14 punkti. Test oli valideeritud juhendaja poolt.

3. Tulemused ja arutelu

Füüsika õppimise üks oluline osa on graafikute lugemisoskuse ja loomise arendamine. Seepärast on käesoleva töö eesmärgiks uurida, kas stsenaariumi kasutamine, õpetajapoolsete märksõnade andmine ja protsessile suunatud tagasiside andmine aitab neid oskuseid arendada.

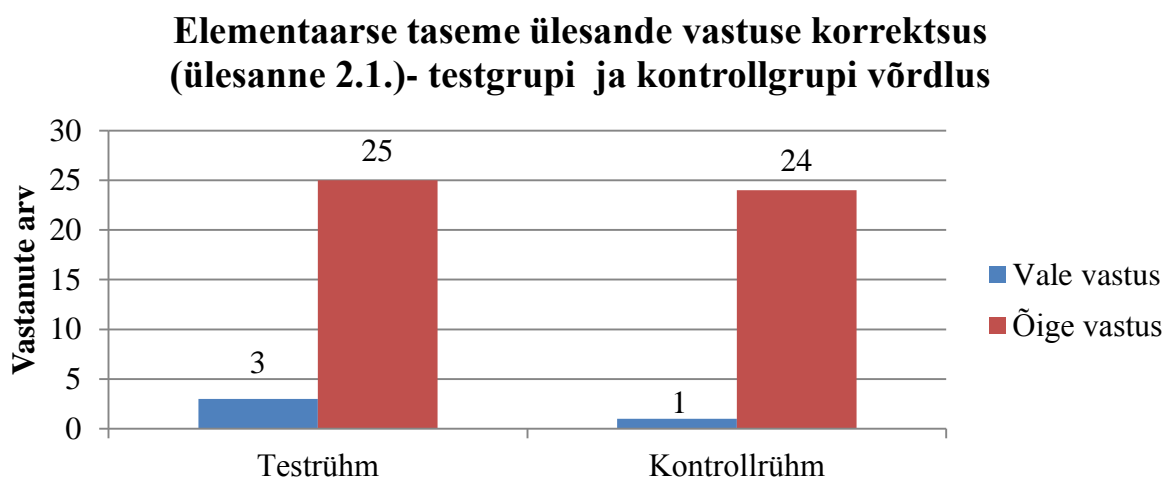
3.1. Eeltestide tulemused



Joonis 1. Testgrupi ja kontrollgrupi õpilaste eeltestide tulemuste võrdlus kogutud punktisummade kaupa.

Eel- ja järeltestis võis saada maksimaalselt 14 punkti. Selle tulemuse saavutas eeltesti puhul testgrupis 4 õpilast (28st) ja kontrollgrupis 2 õpilast (26st). Suurem osa õpilastest lahendas testi positiivsele tulemusele ehk anti üle 50% õigetest vastustest. Positiivsele tulemusele lahendas testi 50 õpilast 53st ehk 94% õpilastest (testgrupis 96%, kontrollgrupis 92%). Negatiivse tulemuse ehk alla 50% võimalikest punktidest kogus testrühma ja kontrollrühma peale kokku kõigest 3 õpilast ehk 6% kõikidest testitavatest (6 punkti, 5 punkti ja 4 punkti). Kummagi grupi keskmine punktisumma sooritatud testi eest oli 11 punkti (standardhälve testgrupil 2,1 ja kontrollgrupil 2,1 punkti).

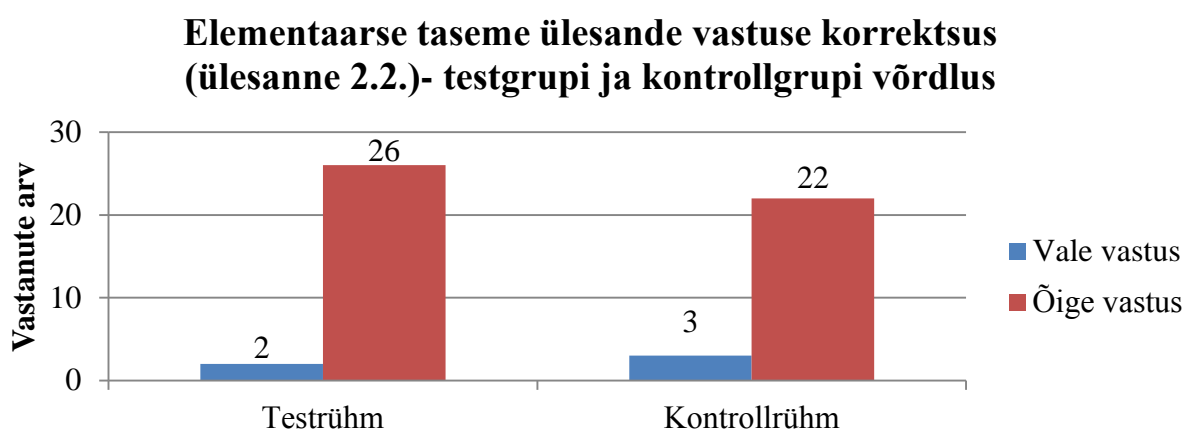
3.1.1. Elementaarse taseme küsimused



Joonis 2. Testgrupi ja kontrollgrupi õpilaste poolt antud elementaarse taseme ülesande (2.1.) õigete ja valede vastuste hulga võrdlus.

Madalaima, elementaarse taseme esimesele küsimustele vastas õigesti keskmiselt 92% kõigist vastanud õpilastest. Kummaski grupis eksis madalaima taseme küsimustele vastates 1-3 õpilast.

Ülesande 2.1. juures tegid kõik vale vastuse andnud õpilased (4 õpilast) selle vea, et graafikule märgitud kiiruste väärtuste lugemist ei alustatud mitte ajaskaala algusest, vaid alates ajahetkest 0,5 s või 1 s. Kontrollgrupist eksis 1 õpilane (4% vastanutest) ja testgrupis eksis 3 õpilast (11% vastanutest).

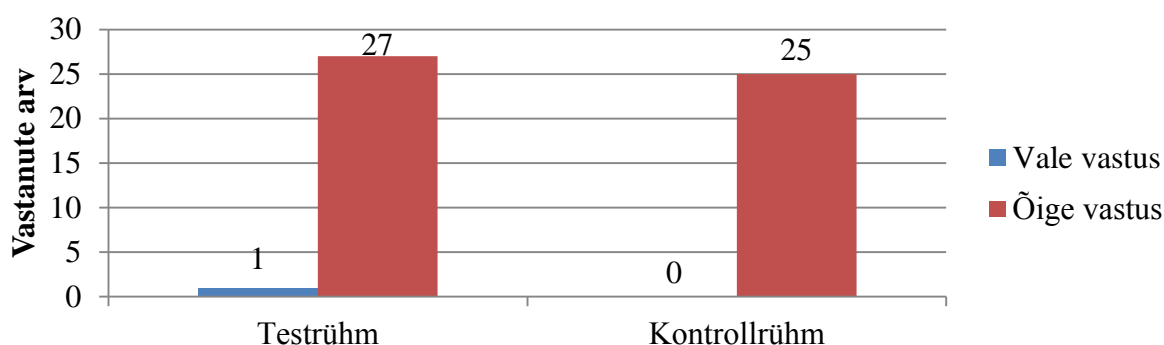


Joonis 3. Testgrupi ja kontrollgrupi õpilaste poolt antud elementaarse taseme ülesande (2.2.) õigete ja valede vastuste hulga võrdlus.

Ülesande 2.2. juures tegi üks õpilane sama vea, mis ülesande 2.1. juures, kahjuks ülejäänud õpilaste puhul (4 õpilast) ei olnud võimalik aru saada, kus on eksitud, õpilaste ülesande lahendamise loogikast ei olnud võimalik kirjapandu põhjal aru saada. Kontrollgrupist eksis vastuse andmisel 3 õpilast (12% vastanutest) ja testgrupis eksis 2 õpilast (7% vastanutest).

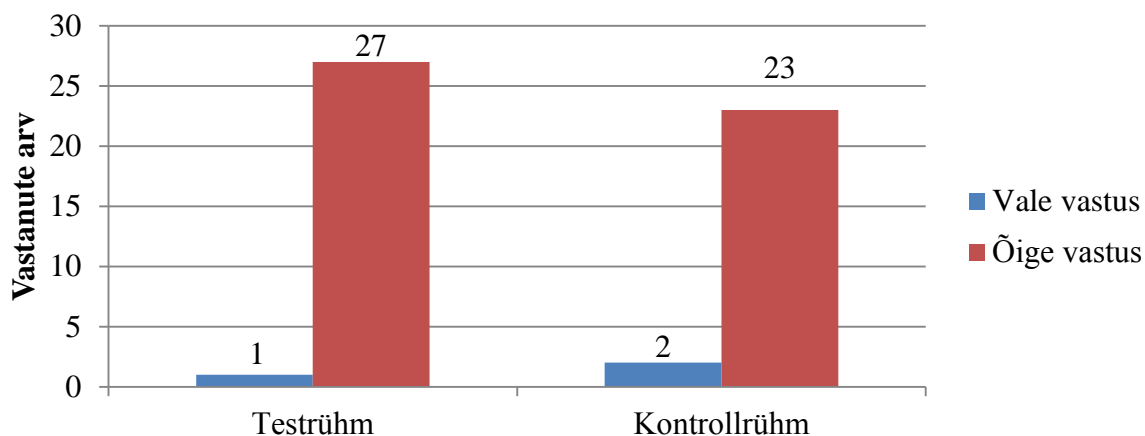
3.1.2. Keskmise taseme ülesanded

Keskmise taseme ülesande vastuse korrektsus (ülesanne 1.1.)- testgrupi ja kontrollgrupi võrdlus



Joonis 4. Testgrupi ja kontrollgrupi õpilaste poolt antud keskmise taseme ülesande (1.1.) õigete ja valede vastuste hulga võrdlus.

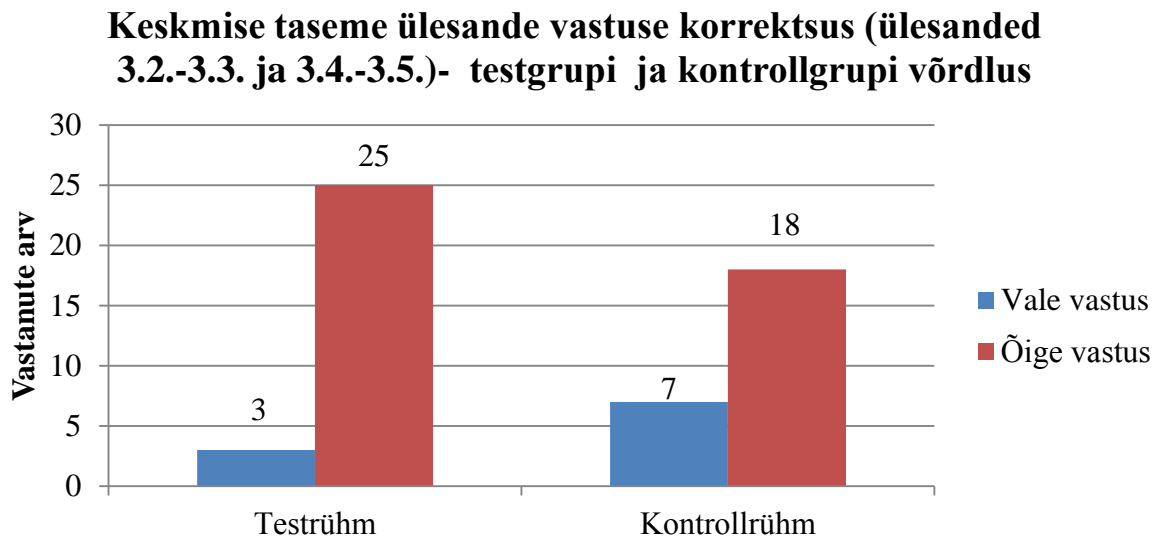
Keskmise taseme ülesande vastuse korrektsus (ülesanne 1.2.)- testgrupi ja kontrollgrupi võrdlus



Joonis 5. Testgrupi ja kontrollgrupi õpilaste poolt antud keskmise taseme ülesande (1.2.) õigete ja valede vastuste hulga võrdlus.

Üllataval kombel vastati keskmise taseme küsimustele paremini, kui madala taseme küsimustele. Kusjuures, see õpilane, kes testgrupis tegi vea ülesande 1.1. juures, eksis ka

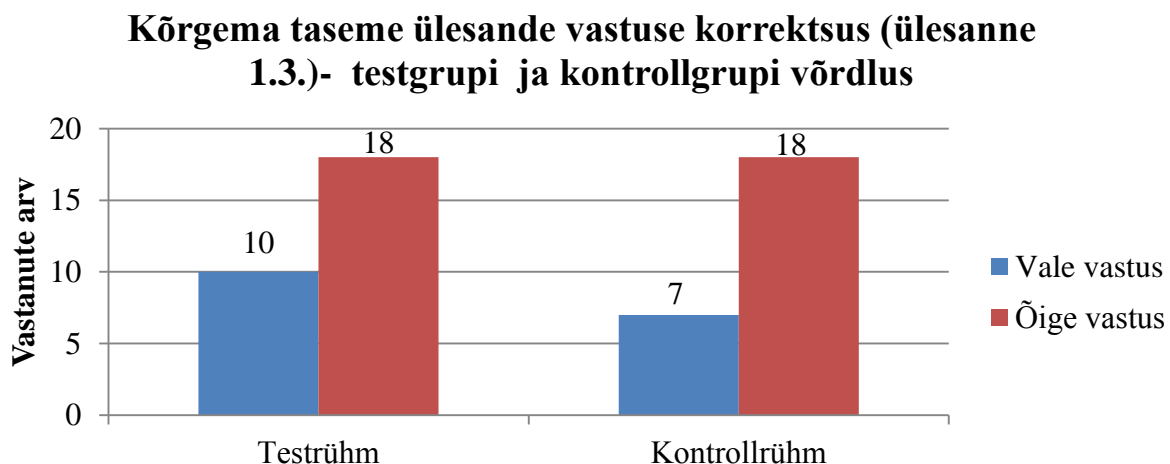
küsimuse 1.2. vastusega. Keskmiselt 4%-l juhtudest vastati kummaski grupis küsimustele valesti. Kahel juhul tehti sama viga, mis ülesandes 1.1.. Ülejäänud tehtud vigade puhul ei olnud võimalik järeldusi teha, millest on viga tingitud, kuna õpilased ei olnud teinud ühtegi märkust, millest oleks võinud järeldada vea allikat.



Joonis 6. Testgrupi ja kontrollgrupi õpilaste poolt antud keskmise taseme ülesande (3.2.-3.3.) õigete ja valede vastuste hulga võrdlus.

Ülesanded 3.2. ja 3.3 ning 3.5. ja 3.6. moodustasid omavahel ühe tervikliku küsimuse. Selles ülesandes on õigete vastuste arv erinevates gruppides märgatavalt erinev eelmistest välja toodud ülesannetest. Testgrupist vastasid ainult kolm õpilast (11%) antud küsimusele valesti, samas kui kontrollgrupist vastas antud küsimusele valesti seitse õpilast ehk 28% kõikidest antud grupis vastanud õpilastest. Kummaski grupis märkisid õpilased A ja B kiiruse graafikul valesse piirkonda, testgrupis tegid selle vea kaks õpilast, kontrollgrupis aga neli õpilast. Ülejäänud kontrollgrupis nende küsimuste eest punkte mittesaanud õpilased (kolm õpilast) olid jätnud tähised A ja B kiirusegraafikule märkimata. Testgrupis tegi sama vea üks õpilane. Seega oli kõige enam levinud viga antud ülesandes nõlva kalde ja palli kiiruse ebakorrektnesseostamine omavahel.

3.1.3. Kõrgema taseme ülesanded



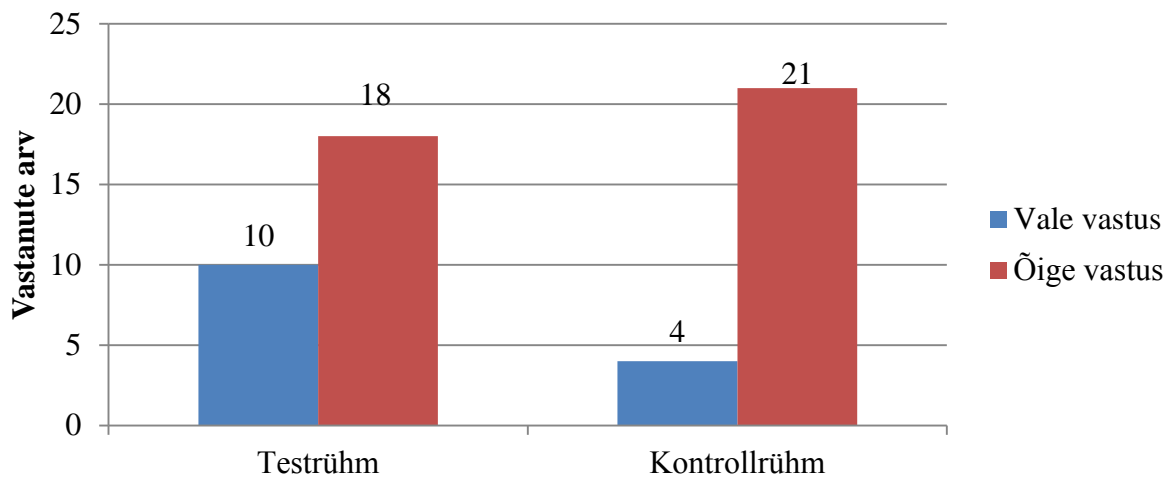
Joonis 7. Testgrupi ja kontrollgrupi õpilaste poolt antud kõrgema taseme ülesande (1.3.) õigete ja valede vastuste hulga võrdlus.

Oodatult on õpilaste tulemused kõrgema raskusastmega küsimuste puhul kehvemad. Testgrupis eksis küsimusele 1.3. vastates kümme õpilast (36% õpilastest) ja kontrollgrupis seitse õpilast (28%).

Testgrupis olid kaks kõige sagedasemat viga järgmised: 1) Õpilased ei arvestanud keha seismist keskmise kiiruse arvutamisel, keskmine kiirus arvutati kahe erineva kiiruse aritmeetilise keskmisena (kolm õpilast). 2) Teljele omistati ühik, mis ei olnud õige, näiteks omistati kahel korral y-teljele (s,m) hoopis kiiruse väärtus. Teine võimalus on, et õpilased ei teadnud, mida tähendavad telje kõrval kujutatud tähised. Kahel juhul oli võimatu tuvastada, kuidas õpilane väära vastuse leidis, kuna puudusid märkused, millele järelduse tegemisel toetuda ja ka õpilase poolt antud vastusest ei olnud võimalik teha järeldusi, millest on viga tingitud.

Kontrollgrupis oli kõige enam levinud viga sama, mis testgrupil – keha seismist ei arvestatud keskmise kiiruse arvutamisel (neli õpilast). Samuti oli üks õpilane omistanud y-teljele kiiruse väärtuse. Kahel juhul ei olnud võimalik välja selgitada, kus on õpilane eksinud.

Kõrgema taseme ülesande vastuse korrektsus (ülesanne 2.3.)- testgrupi ja kontrollgrupi võrdlus



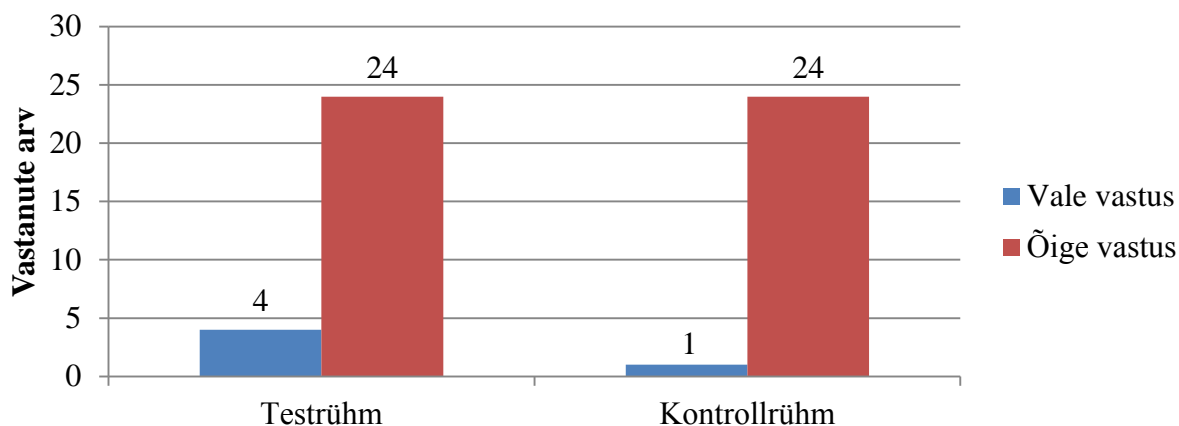
Joonis 8. Testgrupi ja kontrollgrupi õpilaste poolt antud kõrgema taseme ülesande (2.3.) õigete ja valede vastuste hulga võrdlus.

Küsimusele 2.3. oli antud kahe grupi peale kokku 14 valet vastust, millest 10 andsid testgrupi õpilased (36% vastanutest) ja 4 kontrollgrupi õpilased (16% vastanutest).

Kontrollgrupi õpilased olid kõik jätnud küsimuse vastuse koha tühjaks. Kui õpilane ei osanud vastust leida, siis ei proovinud ta seda ülesannet ka aktiivselt lahendada. Testgrupis oli jätnud viis õpilast täielikult küsimusele vastamata, lisamata ka kommentaare tõestamaks, et nad oleksid proovinud. Kahe õpilase vastus oli vale ja ei olnud võimalik järeldusi teha, millest see tingitud oli. Kaks testgrupi õpilast olid kiirenduse arvutamisel kasutanud valemit valesti. Kiirenduse valem, mida oleks pidanud kasutama on $a = \frac{v-v_0}{t}$, aga eksinud kaks õpilast kasutasid valemit $a = \frac{v-v_0}{2}$. Võib eeldada, et õpilane arvas, et kuna kasutatakse kahte graafikult leitavat kiiruse väärtust, siis peab kiiruste vahe jagama kahega. Teine võimalus on, et õpilased ei ole mõistnud täielikult kiirenduse kui füüsikalise protsessi tähendust.

Ülesande 3. kuuenda küsimuse võib jagada kahte ossa, esiteks protsessi edasise kulgemise ennustus ja teiseks põhjendus. Seega jagati ülesanne 3.6. kaheks osaks, 3.6.1. (protsessi edasise kulgemise ennustus) ja 3.6.2. ennustuse füüsikaline põhjendus.

Kõrgema taseme ülesande vastuse korrektsus (ülesanne 3.6.1.)- testgrupi ja kontrollgrupi võrdlus

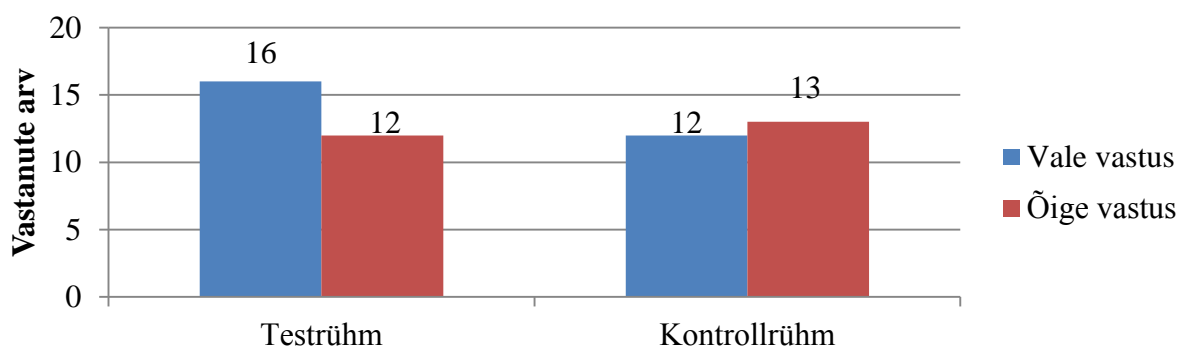


Joonis 9. Testgrupi ja kontrollgrupi õpilaste poolt antud kõrgema taseme ülesande (3.6.1.) õigete ja valede vastuste hulga võrdlus.

Küsimuse 3.6.1. puhul anti võrdlemisi vähe valesid vastuseid. Testrühmas andsid neli õpilast vale vastuse (14%) ja kontrollrühmas kõigest üks õpilane (4%).

Testrühmas vastasid kolm õpilast küsimusest mööda ehk ei vastatud esitatud küsimusele vaid kirjeldasid näiteks graafikut. Üks õpilane neist kahest oli teinud seda ilmselt tahtlikult, kirjutades testiga mitte seotud vastuse. Lisaks oli üks testgrupi õpilane andnud füüsikaliselt ebakorrektse vastuse: „...kiirus ühtlustub...“, mida ei saa lugeda korrektseks, kuigi õpilase idee võis õige olla. Kontrollrühmas oli üks õpilane vastanud küsimusest mööda.

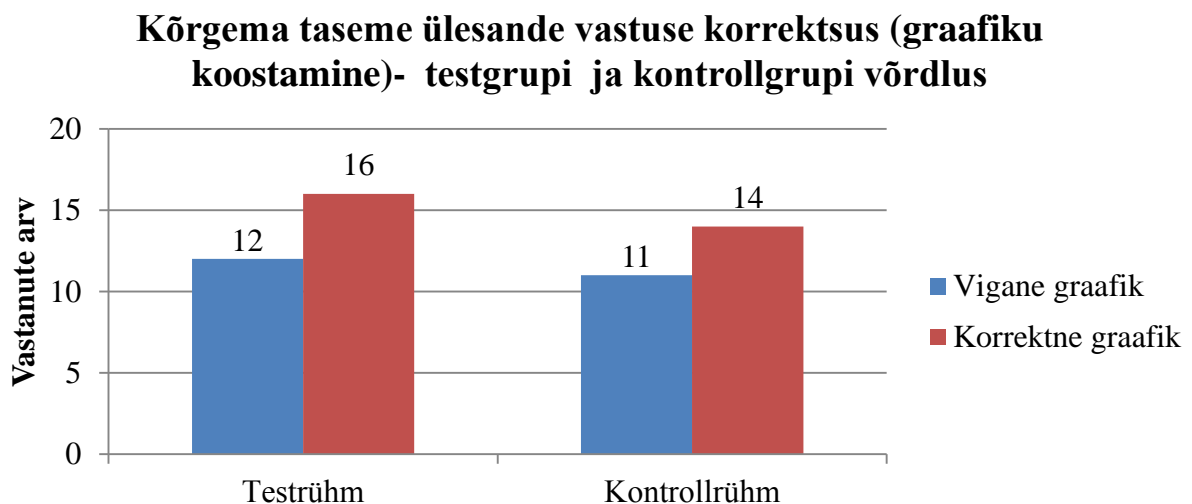
Kõrgema taseme ülesande vastuse korrektsus (ülesanne 3.6.2.)- testgrupi ja kontrollgrupi võrdlus



Joonis 10. Testgrupi ja kontrollgrupi õpilaste poolt antud kõrgema taseme ülesande (3.6.2.) õigete ja valede vastuste hulga võrdlus.

Õpilased andsid küsimuse 3.6.2. puhul rohkem valesid vastuseid kui küsimuse 3.6.1. lahenduses. Kummaski rühmas jätsid neli õpilast antud küsimusele vastamata. Testgrupis andsid kaks õpilast sisuliselt täiesti ebakorrektselt vastuse ja 12 õpilast (43%) andsid vastuse, mis sisuliselt võiks olla õige, kuid oli väljendatud moel, mida ei saa pidada füüsikaliselt korrektseks. Kontrollgrupis olid vastavad õpilaste arvud neli ja neli. Õigeks loeti ainult vastused, mis olid füüsikaliselt täiesti korrektsed.

Enim antud vale vastus, mille puhul oli aru saada, et õpilane küll mõistab, et palli hoog väheneb, kuid mida ei saanud füüsikaliselt korrektseks pidada, oli: „... pall ei saa hoogu juurde...“ ja „... pall ei saa kiirust juurde...“.

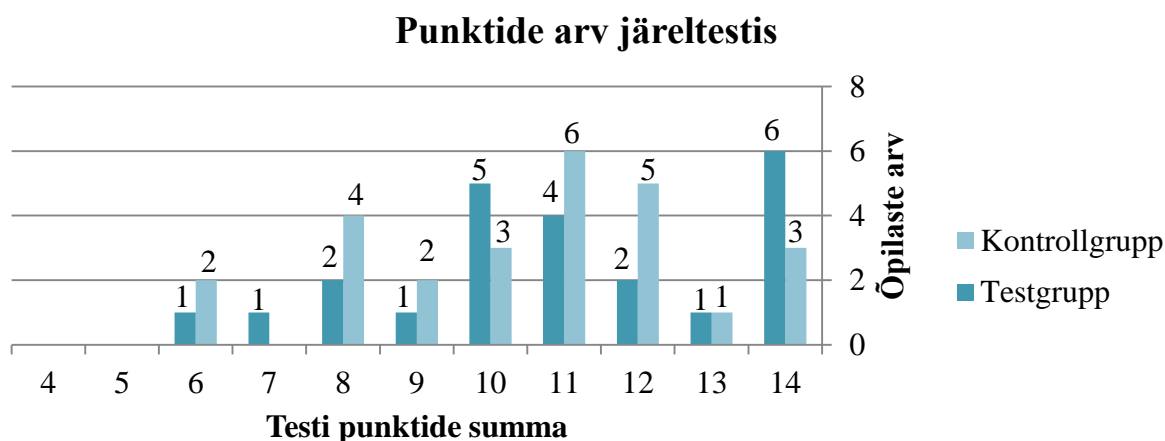


Joonis 11. Testgrupi ja kontrollgrupi õpilaste poolt eeltestis koostatud vigaste ja korrektsete graafikute hulkade võrdlus.

Graafiku joonestamise ülesande, mis on kõrgeima raskusastmega ülesanne, lahendas korrektselt kõige vähem õpilasi. Graafiku joonistamisel tehti valdavalt kahte tüüpi vigu – sisulisi ja protseduurilisi. Protseduuriliste vigade all peetakse siinkohal silmas näiteks graafikut, mille kuju oli sisuliselt korrektne, aga see oli esitatud joonlaua abil joonestatud liialt konkreetse sik-sakina. Sisulise vea all peetakse siinkohal silmas viga, kus mõni graafiku osa või graafik tervikuna on valesti konstrueeritud. Näiteks kiiruse graafikule oli märgitud tõus kohas, kus oleks pidanud olema kiiruse langus. Õigeks loeti kiiruse graafikuid, millele kantud protsessid olid põhimõtteliselt korrektsed (tõus kohal, kus palli kiirus kasvab ja vastupidi) ning sündmuste järjekord korrektne.

Kummaski grupis eksis graafikut konstrueerides üle kümne õpilase, testgrupis 12 õpilast (43% grupi õpilastest) ja kontrollgrupis 11 õpilast (44% grupi õpilastest). Seega peaaegu sama hulk õpilasi kummaski grupist eksis graafiku konstrueerimisel. Rohkem täielikult valesid graafikuid esitati kontrollgrupis (4 graafikut, testgrupis 0).

3.2.Järeltestide tulemused



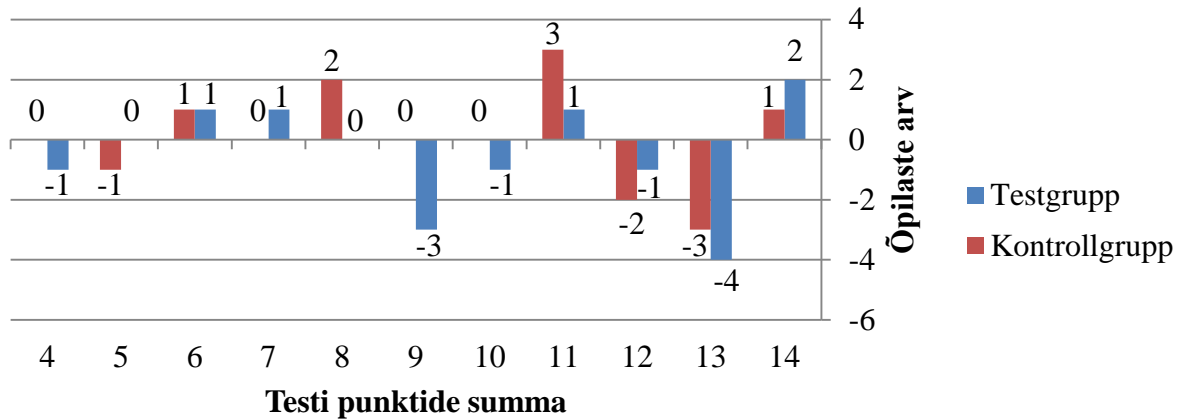
Joonis 12. Järeltestis testgrupi ja kontrollgrupi õpilaste poolt saadud punktisummade võrdlus.

Järeltestidest võttis osa mõnevõrra vähem õpilasi kui eeltestidest. Järelteste lahendas kontrollgrupis sama palju õpilasi kui eelteste (26 õpilast) ja testgrupis viie võrra vähem (23 õpilast).

Järeltestides saavutas sarnaselt eeltestide tulemustele kummaski grupis suurem osa õpilastest testi positiivsetele tulemustele. Positiivsele tulemusele lahendas testi 94% (93,8%) ehk 46 õpilast 49st. Negatiivse tulemuse, alla 50% võimalikest punktidest, kogus testrühma ja kontrollrühma peale kokku kõigest kolm õpilast (6%) kõikidest testitavatest.

Mõlema grupi keskmine tulemus oli ka pärast järelteste väga sarnane – testgrupis 11 punkti ja kontrollgrupis 10,5 punkti (standardhälve mõlema puhul 2,0). Ka keskmine erinevus keskmisest tulemusest oli kummaski grupis 2 punkti. Kuna järeltestide keskmised tulemused erinesid kõigest 0,5 punkti, ei ole korrektne väita, et järeltestide tulemused erinesid eeltestide tulemustest olulisel määral.

Õpilaste poolt lahendatud eel- ja järeltestide tulemuste erinevus

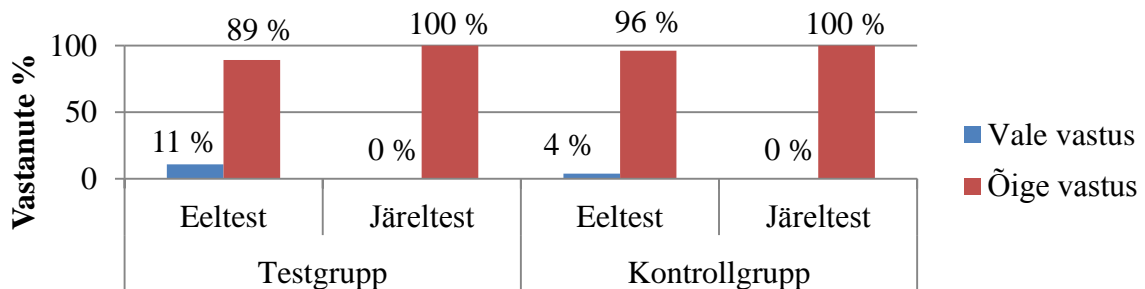


Joonis 13. Järeltestis testgrupi ja kontrollgrupi õpilaste poolt saadud tulemuste võrdlus eeltestidega – eeltesti ja järeltesti punktide vahe.

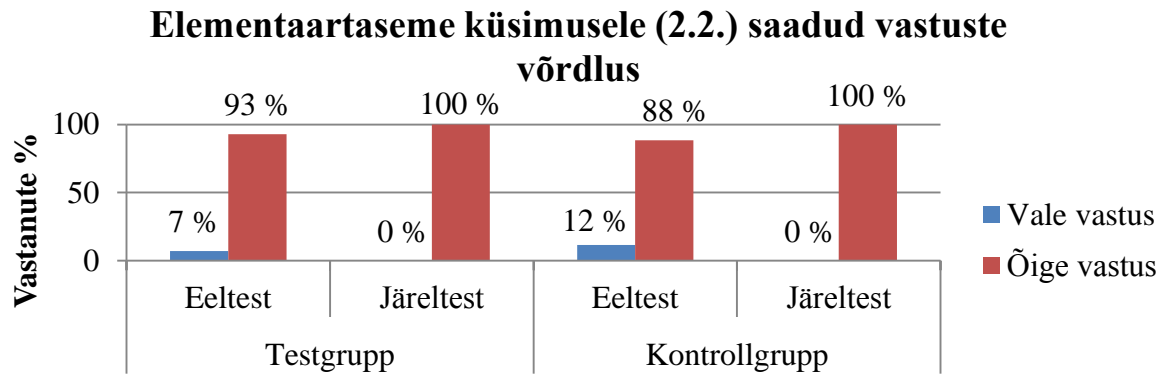
Testgrupi õpilaste tulemused ei muutunud keskmiselt, aga siiski muutus mõningal määral tulemuste jaotus. Rohkem oli õpilasi, kes sooritasid järeltesti maksimaalsele tulemusele (2 õpilast rohkem, kui eeltestides). Eel- ja järeltestides võis saada maksimaalselt 14 punkti. Selle tulemuse saavutas eeltesti korral testgrupis neli õpilast ja kontrollgrupis kaks õpilast. Järeltestis saavutas selle tulemuse testgrupis kuus õpilast, kontrollgrupis saavutas selle tulemuse kolm õpilast. Mõlemas grupis tõusid ka kõige nõrgemate õpilaste punktisummad ühe või kahe punkti võrra.

3.2.1. Elementaarse taseme küsimused

Elementaartaseme küsimusele (2.1.) saadud vastuste võrdlus



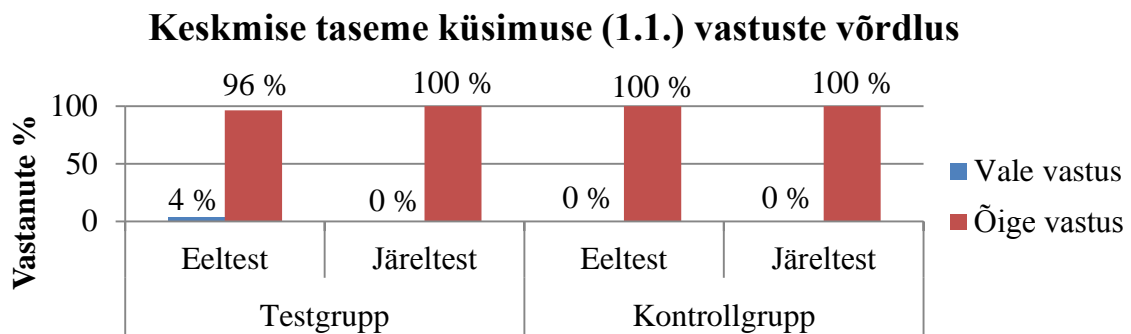
Joonis 14. Järeltestis testgrupi ja kontrollgrupi õpilaste poolt ülesandes 2.1. õigete ja valede vastuste hulga võrdlus eeltestidega.



Joonis 15. Järeltestis testgrupi ja kontrollgrupi õpilaste poolt ülesandes 2.2. õigete ja valede vastuste hulga võrdlus eeltestidega.

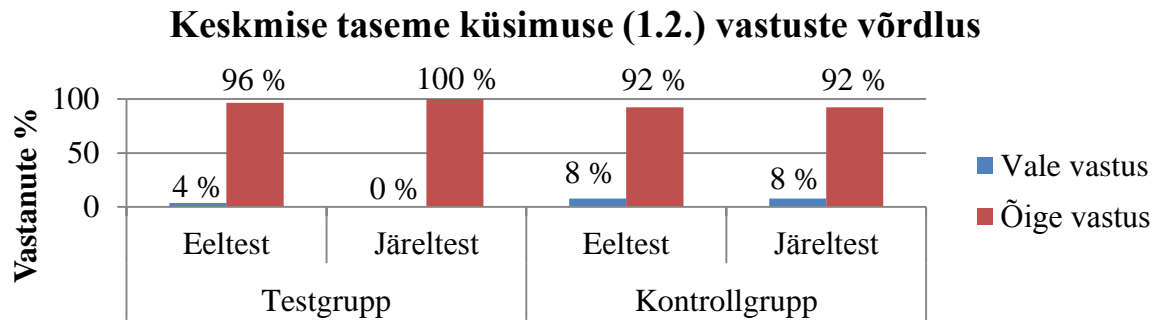
Järeltestides ei eksinud kummagi õpilaste grupi hulgas antud elementaarse taseme küsimustele (2.2. ja 2.3.) vastates üksi õpilane. Seega paranesid õpilaste tulemused mõlemas grupis.

3.2.2. Keskmise taseme küsimused



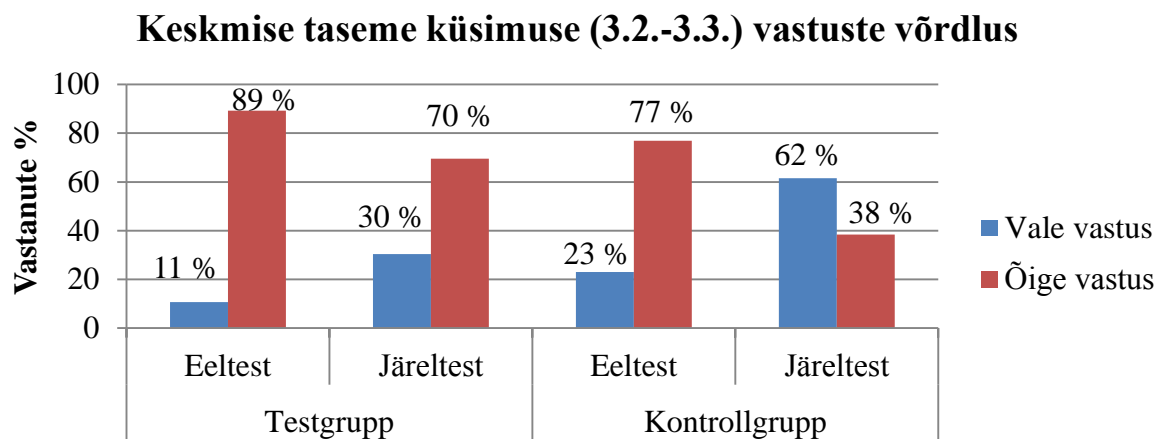
Joonis 16. Järeltestis testgrupi ja kontrollgrupi õpilaste poolt ülesandes 1.1. õigete ja valede vastuste hulga võrdlus eeltestidega.

Keskmise taseme küsimuse (1.1.) vastused paranesid testgrupis. Üks õpilane, kes eksis eeltestis vastuse andmisega, andis järeltestis korrektse vastuse. Kuna kontrollgrupi tulemused olid ka eeltestides perfektsed, siis antud küsimuse puhul ei ole võimalik tulemuste paranemisest rääkida, kuna tulemused jäid samale tasemele (100% õpilastest vastas korrektselt).



Joonis 17. Järeltestis testgrupi ja kontrollgrupi õpilaste poolt ülesandes 1.2. õigete ja valede vastuste hulga võrdlus eeltestidega.

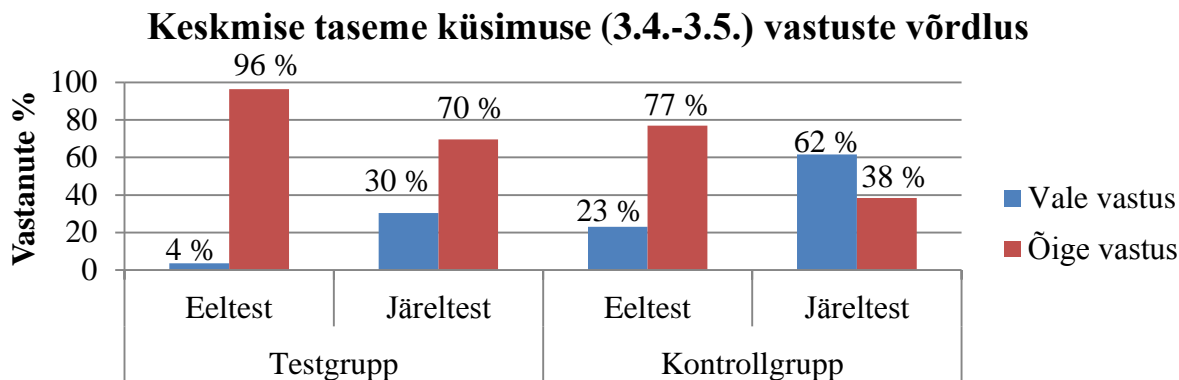
Küsimuse 1.2. vastused paranesid testgrupis. Üks õpilane, kes eksis eeltestis oma vastusega, ei eksinud aga enam järeltestis. Kontrollgrupi tulemused jäid aga samale tasemele ehk sama palju õpilasi (kaks õpilast) eksis sarnase ülesande puhul nii eel- kui järeltestis. Järeltestides eksisid sarnaselt eeltestides saadud tulemustele kaks õpilast jaotiste lugemisel, kus graafikut lugedes ei loetud mitte jaotiseid vaid neid eristavaid jooni.



Joonis 18. Järeltestis testgrupi ja kontrollgrupi õpilaste poolt ülesandes 3.2.-3.3. õigete ja valede vastuste hulga võrdlus eeltestidega.

Keskmise taseme küsimustele (3.2.- 3.2.) vastuseid andes eksisid õpilased järeltestides rohkem, kui eelteste lahendades.

Testgrupi poolt antud valede vastuste arv kasvas 19 % võrra. Kontrollgrupi poolt antud valede vastuste arv kasvas 39% võrra. Seega on antud ülesande lahendusel eksinud õpilaste hulk eri gruppides kasvanud märkimisväärselt erinevalt.

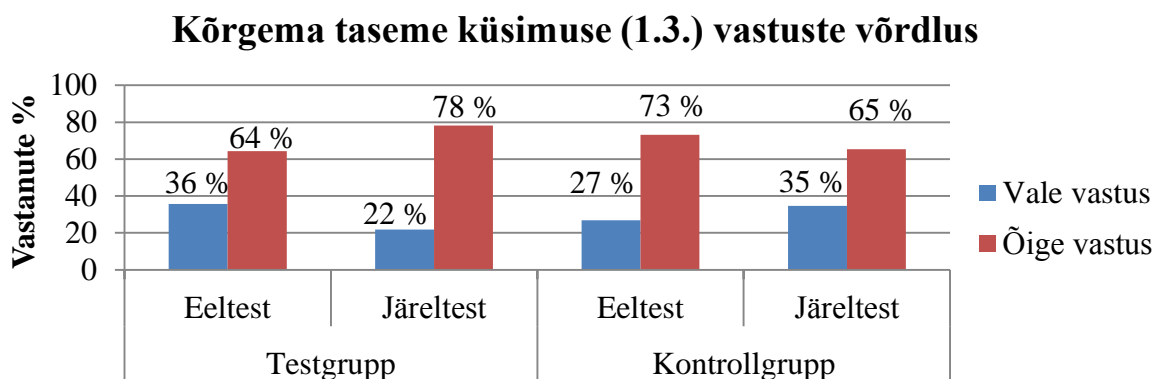


Joonis 19. Järeltestis testgrupi ja kontrollgrupi õpilaste poolt ülesandes 3.4.-3.5. õigete ja valede vastuste hulga võrdlus eeltestidega.

Ülesanded 3.4. ja 3.5. on ülesannetega 3.2. ja 3.3. tugevalt seotud, mistõttu on mõistetav, et ka antud ülesannetes on õpilaste poolt antud valede vastuste arv kasvanud sarnaselt ülesannetele 3.2. ja 3.3..

Testgrupis halvenesid õpilaste tulemused antud ülesannete puhul 26% võrra, kontrollgrupis aga 39% võrra.

3.2.3. Kõrgema taseme küsimused

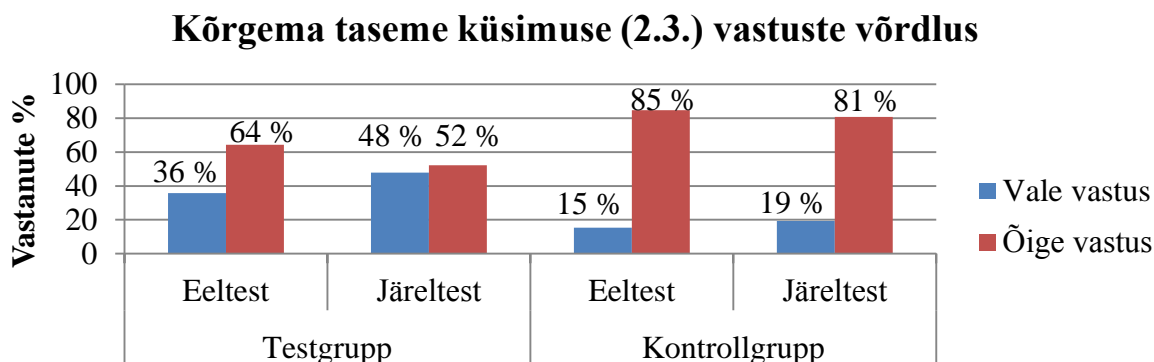


Joonis 20. Järeltestis testgrupi ja kontrollgrupi õpilaste poolt ülesandes 1.3. õigete ja valede vastuste hulga võrdlus eeltestidega.

Kõrgema taseme küsimusele (1.3.) antud õigete vastuste arv on testgrupis kasvanud 14% võrra. Kontrollgrupis on aga vähenenud õpilaste poolt antud õigete vastuste arv 8% võrra. Kui eeltestis andsid kontrollgrupi õpilased ülesandes suurema protsendi korrektseid vastuseid, siis järeltestis olid positsioonid vahetunud – testgrupi õpilased andsid järeltestis peaaegu samal määral õigeid vastuseid kui kontrollgrupi õpilased eeltestis ja vastupidi.

Õpilaste vead olid mõnevõrra teistsugused, sest ka ülesanded erinesid. Küll aga ei esinenud kummaski grupis enam telgedelt valede füüsikaliste suuruste lugemisest tingitud vigasid.

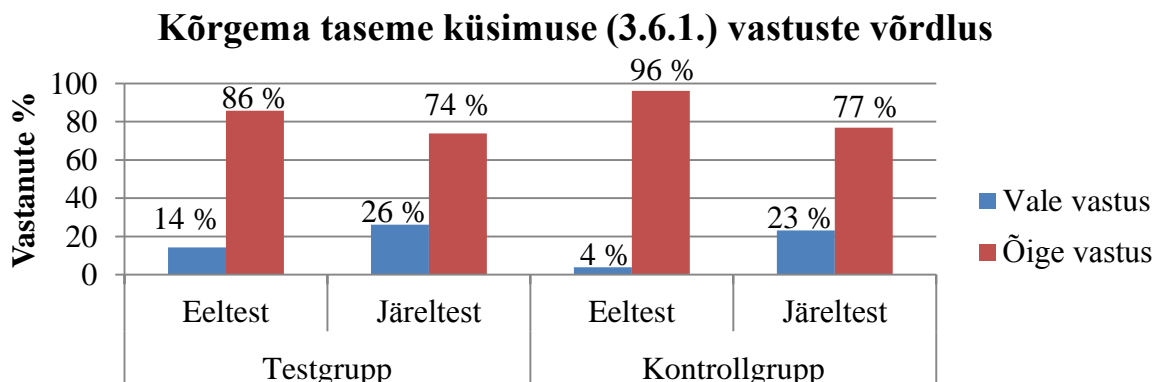
Kuna järeltestis küsiti, mitu korda protsessi jooksul väärtus muutus, siis põhiline viga mida tehti oli taas seotud jaotistega. Nimelt lugesid õpilased, mitme jaotiseid eristava kriipsu võrra on muutunud keha kõrgus (keha kõrgus on seotud otseselt antud ülesandes keha potentsiaalse energiaga, näiteks kui keha tõsta 2 meetrit, siis suureneb ka keha potentsiaalne energia kaks korda), kuigi pidi lugema vahemikke.



Joonis 21. Järeltestis testgrupi ja kontrollgrupi õpilaste poolt ülesandes 2.3. õigete ja valede vastuste hulga võrdlus eeltestidega.

Teise kõrgema taseme ülesande puhul on tulemused oodatule vastupidised. Testgrupis, mille puhul eeldati, et tulemused paranevad halvenesid need 12% õpilastel. Kontrollgrupis halvenesid samuti tulemused (4% võrra), kuid mitte nii märgatavalt, kui testgrupi õpilastel.

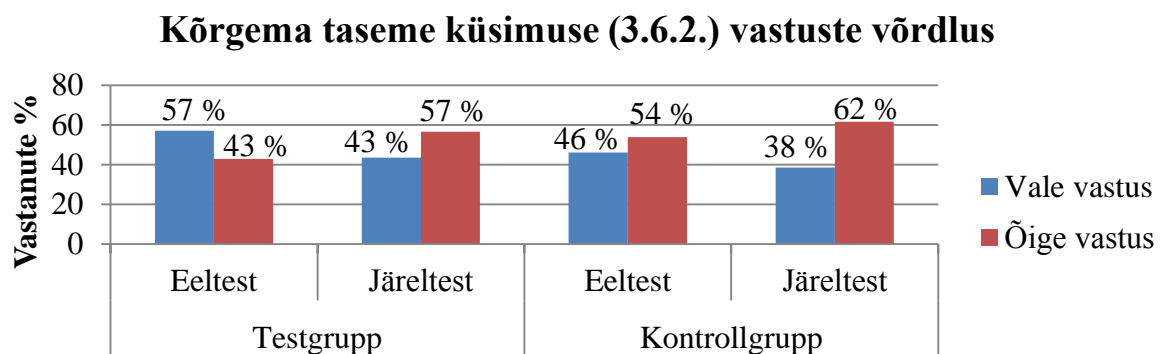
Mõlema grupi kõige sagedamini esinev viga (testgrupis kuus õpilast 11st antud ülesandes vale vastuse andnud õpilasest ja kontrollgrupis kolm viiest) oli massi avaldamine kineetilise energia valemist. Ülejäänud töödes, kus antud küsimuse eest punkte ei saadud, ei olnud kas üldse küsimusele vastatud või oli vastus vale ja puudusid ka õpilaste poolsed kommentaarid, mille põhjal oleks olnud võimalik välja selgitada, kus õpilane eksis.



Joonis 22. Järeltestis testgrupi ja kontrollgrupi õpilaste poolt ülesandes 3.6.1. õigete ja valede vastuste hulga võrdlus eeltestidega.

Kolmanda ülesande kuues küsimus koosnes kahest küsimuse osast. Esimene küsimuse osa (3.6.1.) eeldas õpilaselt vastust küsimusele, kuidas pärast joonisel kujutatud protsessi lõppemist keha edasiliikumisel horisontaalsel pinnal keha kineetiline energia muutub.

Taaskord on kummagi grupi õigete vastuste hulk kahanenud. Testgrupis kahanes õigete vastuste hulk 12% võrra ja kontrollgrupis 19% võrra. Testgrupis oli antud ülesandele vastamata jätnud kaks õpilast (kokku eksis antud küsimusele vastates seitse õpilast) ja kontrollgrupis viis õpilast (kokku eksis antud küsimusele vastates kuus õpilast).

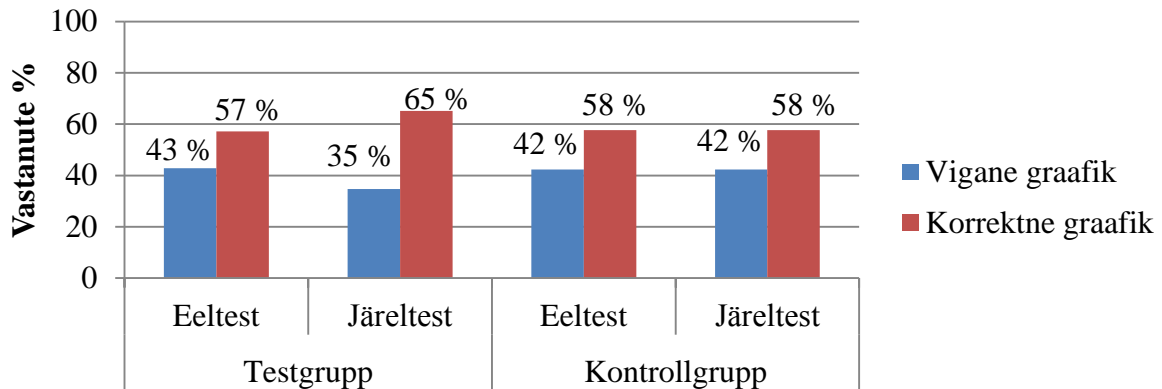


Joonis 23. Järeltestis testgrupi ja kontrollgrupi õpilaste poolt ülesandes 3.6.2. õigete ja valede vastuste hulga võrdlus eeltestidega.

Ülesande 3. kuuenda küsimuse teine pool (3.6.2.) eeldas põhjendust, miks peaks keha kineetiline energia muutuma nii nagu õpilane oli arvanud. Õpilane pidi põhjendama oma vastust eelmisele küsimusele.

Testgrupis oli õigesti vastanud õpilaste arv kasvanud 14% võrra, kontrollgrupis 8% võrra. Seega võrreldav hulk õpilasi (57% ja 62%) oskas kummaski grupis vastata antud küsimusele füüsikaliselt korrektselt. Kummagi rühma tulemused paranesid mõningal määral.

Õpilaste poolt koostatud graafikute (ülesanne 3.) korrektsuse võrdlus



Joonis 24. Järeltestis testgrupi ja kontrollgrupi õpilaste poolt koostatud korrektsete ja vigaste graafikute hulga võrdlus eeltestis koostatud graafikutega.

Õpilaste graafiku koostamise oskus paranes ainult testgrupis (8% võrra). Kontrollgrupi oskused jäid samale tasemele.

Testgrupis jättis graafiku koostamise ülesande lahendamata üks õpilane, kontrollgrupis kolm õpilast. Täielikult vale graafiku koostasid testgrupis neli õpilast ja kontrollgrupis üks õpilane.

Põhilised vead olid järeltestides samad, mis eeltestides. Eksiti põhiliselt graafiku teises pooles (x-telje suhtes). Alale, kus pidi olema näiteks kineetilise energia kasv, märgiti kineetilise energia kahanemine. Kontrollgrupis esines selliseid vigu seitsme õpilase töös (kokku esitas vigase graafiku või jättis graafiku koostamata üksteist õpilast) ja testgrupis kolme õpilase töös (kokku esitas vigase graafiku või jättis graafiku koostamata kaheksa õpilast).

3.3. Arutelu

Eeltestide tulemused ei näidanud, et õpilaste graafilise informatsiooni lugemisoskus oleks puudulik (keskmine testi tulemus kummaski rühmas 11 punkti 14st). Uurimuse tulemusena avastati, et õpilastel esineb siiski teatud laadi probleeme graafikute lugemisel: ei arvestata keha seismist keskmise kiiruse arvutamisel, telgedele omistatakse valesid füüsikalisi suuruseid ja ajatelje nullväärtusele ei omistata protsessi alguse hetke, vaid protsessi loetakse alanuks, kui möödunud on vähemalt 0,5 sekundit, graafikut lugedes ei loeta mitte jaotiseid, vaid neid eristavaid jooni.

Kvalitatiivse graafiku joonestamisel olid põhilised vead graafiku kui kandilise siksaki joonestamine. Kõige sagedamini tehtud sisuline viga oli graafiku lõppu kiiruse tõusu või liialt suure languse märkimine. Eelnevates uuringutes on selgunud, et mingil põhjusel eksivad õpilased (kuni pooled vastanutest) analoogseid graafikuid koostades just graafiku teises pooles (Berg, Smith, 1994), see seaduspära kehtis.

Oodatult selgus juba eeltestide tulemusi uurides, et üldiselt kehtis järgnev seaduspärasus: mida keerulisemad ülesanded, seda vähem õpilasi oli neid korrektselt lahendanud. Anomaalselt ei kehtinud see ülesande 1.1. kohta (Joonis 16.). Ilmselt tuleneb anomaalsus sellest, et sellist tüüpi nõ keskmise keerukusega ülesandeid lahendatakse klassis oluliselt rohkem, kui näiteks teisi keskmise keerukusastmega ülesandeid (näiteks ülesanne 3.2.-3.3.).

Lisaks selgus, et väljatöötatud õppemeetod oli mõnevõrra edukas õpilaste tüüpvigade vähendamisel. Nimelt, vähenes testgrupis teatud ülesannete puhul valede vastuste hulk osaliselt või täielikult. Lihtsama ülesande (küsimus 1.2., graafiku koostamine; Joonised 17. ja 24.) lahendamisel ei teinud enam testgrupi õpilased vigu, samas kui kontrollgrupi õpilaste tehtud vigade hulk ei vähenenud märgatavalt või üldse.

Ülesannete 3.2.-3.3., 3.4.-3.5. ja ülesande 3.6.1. puhul oli samuti märgata testgrupis teatud progressi võrreldes kontrollgrupiga. Kummaski grupis suurenes nendes ülesannetes vastamisel eksinud õpilaste arv, aga testgrupis tõusis valesti vastajate arv vähem, kui kontrollgrupis (Joonised 18. ja 19.). Ülesannete 3.2.-3.3., 3.4.-3.5. ja 3.6.1. puhul halvenesid mõlema grupi tulemused, kuid testgrupi tulemused halvenesid väiksemal määral, kui kontrollgrupi tulemused. Ülesannete 3.2.-3.3., 3.4.-3.5. tulemuste halvenemise põhjuseks võis olla järeltesti küsimuse olemuse keerukus. Ülesannetes oli palutud märkida graafikule potentsiaalsed energiad, kuigi graafiku teljel oli märgitud kineetiline energia kui muutuja. Potentsiaalse ja kineetilise energia väärtused on keha üles-alla liikumisel pöördvõrdelised ehk

keha kineetilise energia suurenemisel mäest alla veeredes kahaneb keha potentsiaalne energia. Õpilastel võis olla raske mõista vastava küsimuse lahendust. Ülesandega 3.6.1. on seotud sarnane probleem. Eeltestis küsiti, kuidas muutub keha kiirus, kui see jääb edasi liikuma horisontaalsel pinnal, mõistmisega, et kiirus hakkab vähenema ei olnud õpilastel erilisi raskusi, küll aga läheb küsimus mõnevõrra keerulisemaks, kui õpilane peab seostama kiiruse ka otseselt keha kineetilise energiaga. Võimalik, et paljud õpilased ei pannud vastavat seost tähele või ei osanud sellist seost luua.

Küsimusele 2.3. vastamisel oli probleeme kummaski grupis, järeltestide tulemused olid kehvemad (Joonis 21.). Küll aga eksisid kontrollgrupi õpilased järeltestis antud küsimusele vastates vähem, kui testgrupi õpilased. Selle ülesande puhul tuli välja ka otseselt graafilise informatsiooni lugemise ja kujutamise mitteseotud probleem – õpilastel on ka gümnaasiumis probleeme valemist tundmatu suuruste avaldamisega (Ülesanne 2.3.). Ülesande lahendamiseks on vaja mõista nii protsessi mudelit kui ka teada korrektset valemit ülesande lahendamiseks. Võimalik, et testgrupi õpilaste oskused lahendada vastavat tüüpi ülesandeid olid ka alguses nõrgemad. Sellele viitab ka testgrupi õpilaste suurem valede vastuste hulk eeltestis (testgrupis eksis 36% õpilastest, kontrollgrupis 16%).

Ülesannetes 2.1., 2.2. ja 3.6.2. suurenesid õigesti vastanute arv kummaski grupis (Joonis 14., Joonis 15. ja Joonis 23.). Ülesande 3.6.2. tulemused paranesid eeltestidega võrreldes testgrupis rohkem (6% võrra) (Joonis 23.).

Üllataval kombel ei joonestanud mitte ükski vastanud õpilastest kolmandas ülesandes graafikut kui „pilti“ nõlvast, mis on sageli esinev väärrarusaam. Eriti eksivad õpilased sellega just valikvastustega testides (Berg, Smith, 1994). Ilmselt aitas selle väärrarusaama esinemist vältida lahtise vastusega ülesanne.

Käesoleva töö raames väljatöötatud stsenaariumi kasutamisel ja protsessile suunatud tagasiside andmisel oli positiivne mõju testgrupi õpilastele teatud ülesannetes (1.2., 1.3., graafiku koostamine, 3.2.-3.3., 3.4.-3.5., 3.6.1.; Joonised 17., 18., 19., 20., 22., 24.).

Kuna töö metoodikat rakendati koolis lühikest aega (alla ühe kuu), siis ei pruugi õpilastel arendatavad oskused veel kinnistuda. Lisaks oleks võinud koostada ka kindlad graafikutega seotud ülesanded, mille lahendamine oleks arendanud testitavaid oskuseid kitsamalt.

Võimalik, et antud magistritöö autori koostatud stsenaarium ei aidanud piisavalt kaasa õpilaste graafilise info kujutamise oskusele, kuna stsenaariumi teine pool oli suunatud eelkõige

kvantitatiivsete graafikute koostamise oskuse arendamisele. Teatud paranemise märke õpilaste oskustes oli siiski märgata. See võib aga olla tingitud ka eeltestidele antud protsessile suunatud tagasisidest, tänu millele oskasid õpilased teatud vigu vältida (graafiku kui siksaki joonistamine joonlauga ja tõusu asemel languse märkimine).

Õpilaste lahendused näitasid, et ka lihtsate graafiliste ülesannete lahendamisel võib tekkida probleeme. Keerulisemate ülesannete puhul on õpilaste poolt tehtud vigu veelgi enam. Seega peaks graafilise informatsiooni lugemisele õpetajad gümnaasiumi klassis tähelepanu pöörama.

Lisaks selgus, et õpilastel on tõepoolest probleeme kvalitatiivsete graafikute koostamisel (Joonised 11. ja 24.). Õpetajad peaksid tooma füüsikatundidesse rohkem üldiseid seoseid kirjeldavaid graafikuid. Kvalitatiivseid graafikuid võiks lasta õpilastel endil rohkem koostada, kuid ka õpetajad võiksid kirjeldada füüsikalisi mudeleid mitte ainult valemi kujul vaid ka graafiliselt.

Õppetöö, mis puudutab graafikuid, võiks olla mitmekesisem, piirduma ei peaks ainult küsimustega graafikute üksikute punktide kohta, vaid lisama peaks ka ülesandeid suundumuste, üldisemate seaduspärasuste kohta, ülesandeid, mis eeldavad õpilaselt mõne protsessi edasise kulgemise ennustamist ja põhjendamist ning füüsikaliste mudelitega seotud ülesandeid ja ka arutelusid.

Käesolev töö annab aluse edasisteks uuringuteks. Edasi peaks keskenduma pigem kas graafilise informatsiooni lugemisele või graafikute koostamise oskusele, mõlema oskuse arendamise uurimine võib osutuda liialt suureks tööks, et sooritada vastavat uurimust ühe magistritöö raames.

Graafilise informatsiooni lugemise ja graafikute koostamise oskust peaks siiski edasi uurima, kuna tegu on õpilastele edasises elus olulise oskusega. Uuringute käigus võiks välja kujuneda konkreetne ja õpilastele mõistetav materjal graafikute lugemise ja koostamise kohta, mis oleks nii õpilastele kui õpetajatele vabalt kättesaadav.

Töö raames koostatud stsenaarium graafilise informatsiooni lugemise ja graafikute koostamise kohta tehakse kättesaadavaks kõigile füüsikaõpetajatele Füüsikaõpetajate võrgustiku koduleheküljel.

Kokkuvõte

Käesoleva magistritööga sooviti uurida õpilaste graafiliselt esitatud informatsiooni lugemise ja graafiku koostamise oskust. Magistritöö eesmärgiks oli selgitada stsenaariumi kasutamise ja protsessile suunatud tagasiside andmise mõju õpilaste graafilise informatsiooni lugemisoskusele ja mõistmisele füüsika tunnis.

Lähtuvalt magistritöö eesmärgist, püstitati kolm uurimisküsimust:

1. Milline on gümnaasiumiõpilaste graafiku lugemise ja joonestamise oskus?
2. Millistes graafiliste ülesannete lahendamise protsessidega on õpilastel kõige rohkem probleeme?
3. Kuidas mõjub graafiku joonestamisel stsenaariumi kasutamine ja õpetaja poolt klassis antav tagasiside, märksõnad ja etteütlemine õpilase graafilise info lugemise ja graafiku joonestamise oskusele?

Instrumentideks, millega uuringut läbi viia, koostati kirjalik eel- ja järeltest, selgitamaks välja õpilaste graafiku lugemise ja koostamise oskus. Andmete kogumiseks moodustati mugavusvalim, millesse kuulusid 54 õpilast kahest Tartu Jaan Poska Gümnaasiumi kümnendast klassist. Uuring viidi läbi 2014. a kevadel.

Uuringu esimeses ülesandes lahendasid õpilased eeltesti, millega uuriti nende esialgseid oskuseid graafikute lugemisel ja koostamisel. Uuringu teises ja kolmandas etapis anti testrühma õpilastele stsenaarium, mille abiga lahendada klassis graafikutel põhinevaid ülesandeid ning anti õpilastele tagasisidet nende eeltestis tehtud vigade kohta. Uuringu viimases osas täitsid õpilased järeltesti, millega hinnati õpilaste edusamme või taandarengut graafikutelt informatsiooni lugemise ja nende koostamise kohta.

Magistritöö esimese uurimisküsimusega selgitati välja, milline on gümnaasiumiõpilaste graafiku lugemise ja koostamise oskus. Õpilaste testide analüüsimine näitas, et õpilaste oskused ei ole mitterahuldavad, pigem võib neid oskuseid pidada headeks.

Töö teise uurimisküsimusega vaadati, milliste graafiliste ülesannete lahendamise protsessidega on õpilastel kõige rohkem probleeme. Selgus, et õpilastel on järgmisi probleeme: telgedele omistatakse valesid füüsikalisi suuruseid ja ajatelje nullväärtusele ei omistata protsessi alguse hetke, graafikut lugedes ei loeta mitte jaotiseid vaid neid eristavaid jooni, ei arvestata keha seismist keskmise kiiruse arvutamisel. Graafiku joonestamisel olid

põhiliseks veaks graafiku kui kandilise sik-saki joonestamine. Kõige sagedamini tehtud sisuline viga oli graafiku lõppu kiiruse liialt suure tõusu või languse märkimine.

Kolmanda uurimisküsimuse ideeks oli välja selgitada, kas käesoleva töö autori poolt välja töötatud meetod aitab õpilaste graafikute lugemisel ja koostamisel tehtavaid vigu vähendada ja oskuseid parandada. Testgrupi õpilaste oskused võrreldes kontrollgrupi õpilastega paranesid mõnevõrra teatud tüüpi küsimuste puhul, eelkõige just keskmise ja kõrgema keerukusastmega ülesannete puhul (v.a. küsimused 2.3. ja 3.6.2.).

Eelnevale tuginedes võib väita, et magistritöö on oma eesmärgid täitnud. Stsenaariumi ja protsessile suunatud tagasiside kasutamine testgrupi õppetöös vähem kui kuu aja jooksul on parandanud mõnevõrra õpilaste tulemusi. Võib kaaluda temaatika põhjalikumat uurimist, et töötada välja materjale veelgi paremaks graafikute lugemise ja koostamise oskuste arendamiseks. Välja töötatud meetodit saab õpetaja kasutada paralleelselt teiste meetoditega.

Tänuavaldused

Tänan oma juhendajat, Svetlana Ganinat, sisukate nõuannete ja konkreetsuse eest. Tänan Svetlanat ja Henn Voolaidu, parimaid eeskujusid noortele füüsika alal. Tänan ka kõiki uurimistöös osalenud Tartu Jaan Poska Gümnaasiumi õpilasi ja nende õpetajat, Einike Reiveltit. Lisaks tänan kõiki sõpru, kes on olnud abiks nõu, jõu või õlaga, eriti Annika Pillet, Eveli Raudlat, Margit Ojaotsa, Viivi Järvet ja Rait Hermani.

Kasutatud kirjandus:

Arbor, A. (2011) Challenges with graph interpretation: a review of the literature. *Studies in Science Education*. 47, 2, 183-210.

Ardley, N. (2000) *Lühientsüklopeedia. Täppisteadused*. Koolibri.

Asli, O-K.S. (2001) The Graphing Skills of Students in Mathematics and Science Education. *ERIC Publications*.

Alibali, M.W., Asquith, P., Hattikudur, S., Knuth, E.J., Natahan, M., Prather, R.W. (2012) Constructing Graphical Representations: Middle Schoolers' Intuitions and Developing Knowledge About Slope and Y-intercept. *School Science and Mathematics*, 112,4, 230-240.

Beichner, R.J. (1994) Testing student Interpretation of kinematics graphs. *American Journal of Physics*, 62, 8, 750-762.

Berg, C.A., Phillips, D.G. (1994). An investigation of the relationship between logical thinking structures and the ability to construct and interpret graphs. *Journal of Research in Science Teaching*, 31, 4, 323-344.

Berg, C.A., Smith, P. (1994). Assessing students' Abilities to Construct and interpret Line Graphs: Disparities between Multiple-Choice and free response instruments. *Science Education*, 78,6, 527-554.

Berthold, K., Nuckles, M., Renkl, A. (2007). Do learning protocols support learning strategies and outcomes? The role of cognitive and metacognitive prompts. *Learning and Instruction*, 17, 564-577.

Dreyfus, T., Eisenberg, T. (1990). On difficulties with diagrams. *Proceedings of the 14th Psychology of Mathematics Education Conference, Oaxtepec, Mexico*, 1, 27-33.

Kaasik, Ü. (2004) *Matemaatikaleksikon*. AS Atlex, 66.

Lindgren, H.C., Suter, W.N. (1994) *Pedagoogiline psühholoogia koolipraktikas*. Tartu Ülikooli Kirjastus, 251, 253-255

Mokros, J.R. (1986). The impact of MBL on children's use of symbol systems. *American Educational Research Association, San Francisco*.

McKenzie, D.L., Padilla, M.J. (1984). Effects of laboratory activities and written simulations on the acquisition of graphing skills by eight grade students. *National Association for Research in Science Teaching, New Orleans*.

Montague, M. (2007). Self-regulation and mathematics instruction. *Learning disabilities Research & Practise, 22,1, 75-83*

Murray, J. (2003). Contemporary literacy: Essential skills for the twenty-first century. *MultiMedia Schools, 10, 2, 15-18*.

Panadero, E., Tapia, J.A., Huertas, J.A. (2012). Rubrics and self-assessment scripts effects on self regulation, learning and self-efficacy in secondary education. *Learning and Individual Differences, 22, 806-813*.

Panadero, E., Tapia, J.A. (2010). Effects of self-assessment scripts on self-regulation and learning. *Infancia y Aprendizaje, 33, 3, 385-397*.

Peirce, C.S. (1891). The architecture of theories. *The Monist, 161-176*.

Pärtel, E. (2012). *Füüsika: 8.klass*. Koolibri, 166-167.

Shaw, E.L.Jr., Padilla, M.J., McKenzie, D.L. (1986). An examination of the graphing abilities of students in grades seven through twelve. *School Science and Mathematics, 86, 1, 20-26*.

Wainer, H. (1992). Understanding graphs and tables. *Educational Researcher, 21, 1, 14-23*.

Woodward, E., Byrd, F. (1984). Make up a story to explain the graph. *Mathematics Teacher, 77, 32-34*.

Internetiallikad

Eesti õigekeelsussõnaraamat. (2014). Aadressil:

<http://www.eki.ee/dict/qs/index.cgi?Q=graafik&F=M> (Vaadatud 07.03.2014)

Gümnaasiumi riiklik õppekava. Lisa 4. 2010.- Riigi Teataja I, 6, 21. Aadressil:

https://www.riigiteataja.ee/aktilisa/1140/1201/1002/VV2_lisa4.pdf# (Vaadatud 02.02.2014)

How to Read Graphs? WikiHow. (2014) Aadressil: <http://www.wikihow.com/Read-Graphs>

(Vaadatud: 17.03.2014)

Line Graphs. (2014). Aadressil: <http://www.mathgoodies.com/lessons/graphs/line.html>

(Vaadatud: 17.03.2014)

Newbury.P. The Ups and Downs of Interpreting Graphs. Aadressil:

<http://www.peternewbury.org/2013/04/the-ups-and-downs-of-interpreting-graphs/> (Vaadatud: 15.04.2014)

Oxford Dictionaries. (2014). Aadressil:

<http://www.oxforddictionaries.com/definition/english/graph?q=graph> (Vaadatud 04.03.2014)

Riigieksamitöö füüsikas. (II osa). (2005). Riiklik Eksami ja Kvalifikatsioonikeskus.

Aadressil: http://vana.ekk.edu.ee/riigieksamid/gymnaasium/2005/fuusika/fuusika_2_est.pdf

(Vaadatud: 14.03.2014)

Riigieksamitöö füüsikas. (2012). Riiklik Eksami ja Kvalifikatsioonikeskus. Aadressil:

http://www.ekk.edu.ee/vvfiles/0/Fyysika_riigieksam_2012a.pdf (Vaadatud: 14.03.2014)

Students' skills on reading graphs and their skills on creating graphs in physics classroom

Jaana Mihailišina

Summary

With the present master's thesis, students skills on reading and creating graphs were explored.

The following research questions were set:

- 1) What are the skills of gymnasium students in reading and creating graphs?
- 2) Which processes cause the biggest problems for the students in solving graph-based tasks?
- 3) How do cues, script and process-oriented feedback affect students' skills on reading and creating graphs?

Pre- and after-tests were chosen to evaluate students' skills on reading and creating graphs. The convenience sample group was formed to collect data, which consisted of 54 students from Tartu Jaan Poska's Gymnasium. The survey was conducted in spring 2014.

In the first part of the study students solved the pre-test, the goal of which was to find out the initial skills of the students concerning reading and creating graphs. In the second and third part of the study, the testgroup was given a script and some process-oriented feedback on their pre-tests. Students solved some graph-based exercises with the scripts. In the last part of the study, after-tests were conducted to assess the progress or degeneration of students' skills in reading and creating graphs.

The goal of the first research question was to find out which were students' skills on reading and creating graphs. The analyses of the students' tests showed that the skills on the subject were satisfactory, these skills could be even considered as good.

The goal of the second research question was to find out in which processes the students had most problems when solving graph-based tasks. It turned out that students had some trouble in connection with reading the graphs. For example, the students attributed wrong physical values to axes and didn't consider zero-value on time-axis as a start of the progress. When creating a qualitative graph, students tended to draw a graph as an abrupt zigzag, instead of smooth slopes and peaks. The most frequent error that occurred was marking a very steep ascent or decrease of the slope in the second part of the graph.

The goal of the third research question was to find out if the created method had any effect on the test-group students' skills when it came to reading and creating graphs. The skills of the test-group students improved somewhat in some areas, more in higher and average difficulty exercises.

Based on the information above, it can be concluded that the thesis has fulfilled its objectives. The cues, script and process-oriented feedback affect students' skills to some extent. It should be considered to give more research opportunities in this field in order to develop more profound methods to help teachers in their work, when it comes to teaching students to read and create graphs.

Lisad

Lisa 1. Eeltest

Lugupeetud testi lahendaja!

Mina, Jaana Mihailišina (jaanamih@gmail.com) koostan oma magistritööd teemal graafikute lugemisoskus. Testi eesmärgiks on uurida gümnaasiumiõpilaste graafilise informatsiooni lugemise oskust ning graafikute joonestamise oskust.

Olen tänulik, kui vastate võimalikult vastavalt oma võimetele- nii hästi kui suudate ja kasutamata kõrvalist abi.

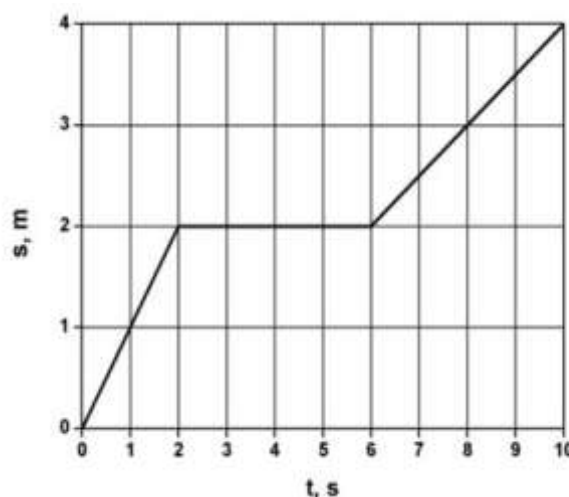
PS! Pane kirja ka kõikvõimalikud arvutused ja muud märkmed, mida teed testi lahendamise käigus.

Test on anonüümne ja kellelgi ei ole võimalik seostada testi tulemusi konkreetsete isikutega

Ülesanne 1.

Määrake joonisel toodud liikumisgraafiku järgi:

1. Kui pika tee keha läbis 10 sekundiga?
.....
2. Kui kaua keha seisis 10 sekundise vaatlusaja jooksul?
.....
3. Milline oli keha keskmine kiirus kümne sekundi jooksul?
.....

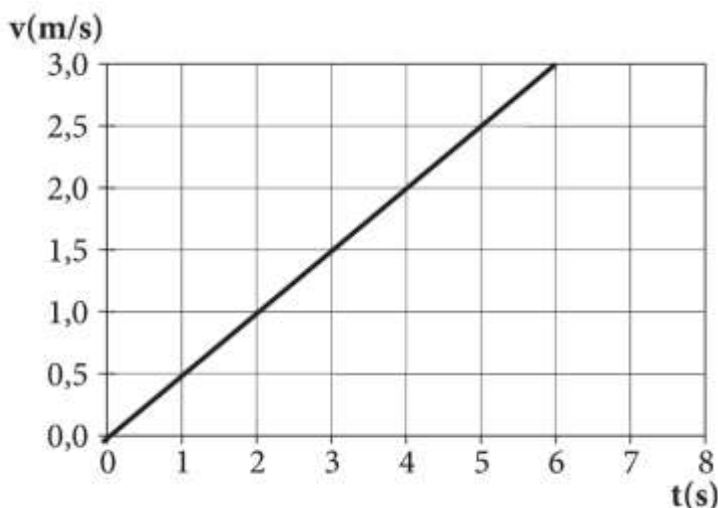


(Riigieksami ülesanne, 2005)

Ülesanne 2.

Graafikul on kujutatud keha kiiruse sõltuvus ajast. Vastake kolmele alljärgnevale küsimusele.

1. Kui suur on keha algkiirus?
.....
2. Millisel ajamomendil pärast liikumise algust on keha kiirus $3 \frac{m}{s}$?
.....
3. Leidke keha kiirendus.
.....

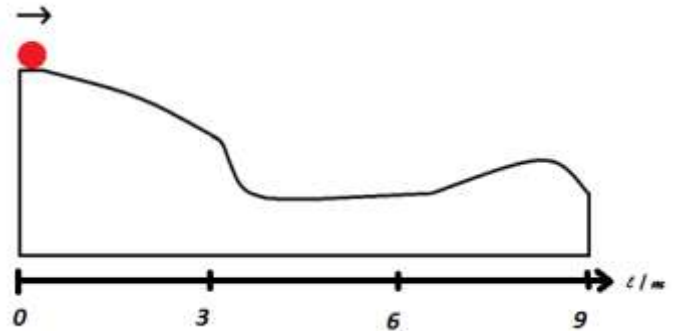


(Riigiekami ülesanne, 2012)

Ülesanne 3.

Märt asetab oma punase palli mäe nõlvale ja lükkas õrnalt selle mäest alla. Pall läbib joonisel toodud teekonna ilma tagasi veeremata, olles kogu katse aja pinnaga kontaktis. Peale maastiku läbimist jätkab pall veeremist tasasel pinnal.

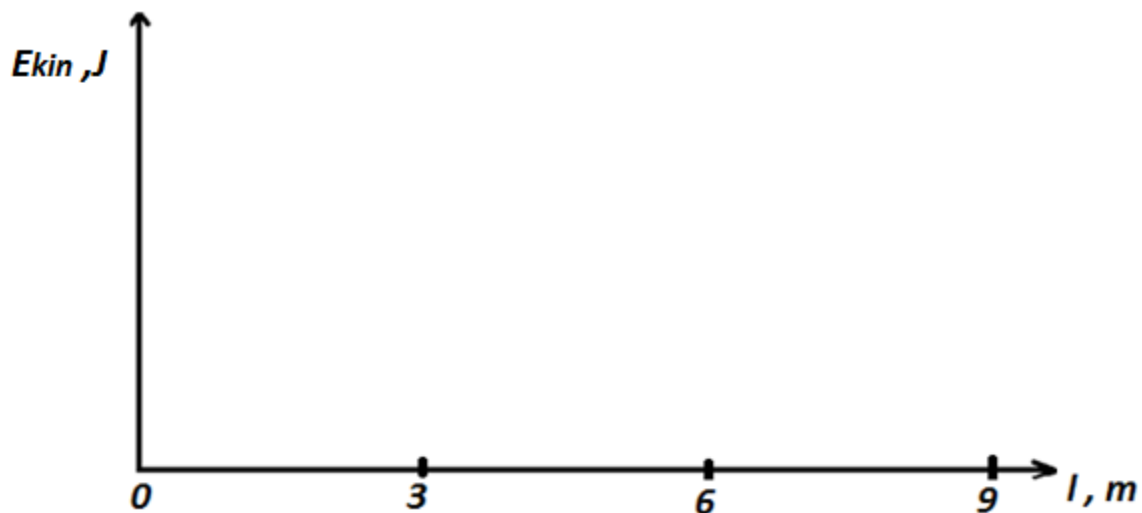
Mõtiskle, kuidas võiks muutuda palli kiirus mäest alla veeredes.



1. Joonista ette antud telgedele mäest alla veereva palli kiiruse graafik. Joonista graafik, kus oleks esitatud sinu hinnang, millise suhtelise kiirusega pall liigub erinevates punktides.
2. Märki mäe nõlva reljeefi joonisele punkt A, kus on palli kiirus kõige suurem.
3. Märki sinu enda poolt joonistatud graafikule punkt A, kus on palli kiirus kõige suurem.
4. Märki mäe nõlva reljeefi joonisele punkt B, kus on palli kiirus oluliselt väiksem, kui punktis A.
5. Märki sinu enda poolt joonistatud graafikule punkt B, kus on palli kiirus oluliselt väiksem, kui punktis A.
6. Kui pall liigub edasi peale etteantud nõlvadest üles-alla liikumist ainult mööda horisontaalset pinda, siis kuidas muutub palli kiirus? Põhjenda!

.....

.....



(Berg, Smith, 1994) Tänan Teid kulutatud aja ja mõttetöö eest. Aitäh!

Lisa 2. Stenaarium

„Kuidas lugeda graafilist informatsiooni?“

- 1) Mida graafikul on kujutatud?
 - a. Mis füüsikalisi suuruseid on telgedel kujutatud?
 - b. Missuguse füüsikalise protsessiga on tegemist?
 - c. Kui graafikul ei ole pealkirja, siis mis pealkirja see graafik peaks kandma?
- 2) Missugused on telgede skaalad?
 - a. Kas skaala algab nullist?
 - b. Missugune on jaotise väärtus?
- 3) Missuguse väärtuse/graafigu elemendi kohta soovid infot saada?
 - a. Missugusele punktile teljel x vastab mingisugune väärtus teljel y?
 - b. Millised on väärtuste maksimumid ja miinimumid?
 - c. Missugused muutused on toimunud?
 - d. Kuidas määrad muutuse keskmist väärtust?

Kasutatud materjalid:

Pärtel.E. (2012). Füüsika: 8.klass. Tallinn. Koolibri. Lk 166-167.

How to Read Graphs? WikiHow. (2014)

Line Graphs. (2014)

Kuidas koostada graafikut?

- 1) Mida silmas pidada vormistades graafikut?
 - a. Kas kasutasid joonestusvahendeid (nt: joonlaud, sirkel)?
 - b. Kas joonistasid graafiku hariliku pliiatsiga?
 - c. Kas kirjeldad graafikul ja selle telgedel on loetavad?
- 2) Kuidas valid graafiku teljed?
 - a. Kas kandsid x-teljele füüsikalise suuruse, mis vastab nähtuse põhjusele (katses muudetav suurus)?
 - b. Kas kandsid y-teljele füüsikalise suuruse, mis vastab nähtuse tagajärjele (katses omadus, mis muutub eelmise (x-telje väärtuse)) muutumise tõttu?
- 3) Kuidas tähistada graafiku teljed?
 - a. Kas kandsid teljele füüsikalise suuruse nimetuse, mida telg kujutab?
 - b. Kas kandsid teljele füüsikalise suuruse ühiku, mida teljel on kujutatud?
- 4) Milline peaks olema graafiku mõõtkava?
 - a. Kas graafik on piisavalt suur, et sellele kanda andmeid loetavalt?
 - b. Kas graafikule on võimalik kanda loetavalt mõõtemääramatust?
 - c. Kas graafik kasutab kogu eraldatud pinda?
 - d. Missugune on jaotise väärtus e väikseim väärtus, mida on võimalik graafikul kujutada?
- 5) Kuidas kanda andmepunkte graafikule?
 - a. Kas kandsid andmed graafikusse mõõtemääramatusega (vearistidega)?
 - b. Milline peaks olema mõõtemääramatuse väärtus?
 - c. Milline peaks olema sellele väärtusele vastav vearisti suurus?
 - d. Kas joonistasid vearisti mõõtkava järgi?
- 6) Kuidas joonestada joont graafikule?
 - a. Kas sinu tõmmatud joon on sujuv?
 - b. Kas sinu poolt joonistatud joon läbib kõiki veariste?

Kasutatud materjalid:

Pärtel, E. (2012). Füüsika: 8.klass. Tallinn. Koolibri. Lk 166-167.

Lisa 3. Järeldust

Lugupeetud testi lahendaja!

Mina, Jaana Mihailišina (jaanamih@gmail.com) koostan oma magistritööd teemal Graafikute lugemisoskus. Testi eesmärgiks on uurida gümnaasiumiõpilaste graafilise informatsiooni lugemise oskust ning graafikute joonestamise oskust.

Olen tänulik, kui vastate võimalikult vastavalt oma võimetele- nii hästi kui suudate ja kasutamata kõrvalist abi.

PS! Pane kirja ka kõikvõimalikud arvutused ja muud märkmed, mida teed testi lahendamise käigus.

Test on anonüümne ja kellelgi ei ole võimalik seostada testi tulemusi konkreetsete isikutega

Ülesanne 1.

- 1) Kui kõrgele tõesteti keha viie sekundi jooksul?

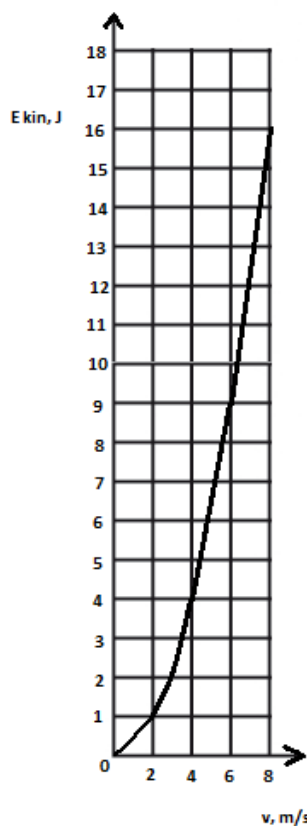
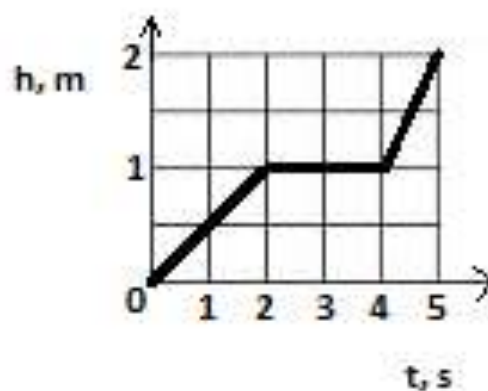
.....

- 1) Kui kaua seisis keha maapinna suhtes kindlal kõrgusel kogu vaatlusaja jooksul?

.....

- 2) Mitu korda muutus keha potentsiaalne energia kogu graafikul kujutatud protsessi käigus?

.....



Ülesanne 2.

- 1) Kui suur oli keha algne kineetiline energia?

.....

- 2) Millise kiiruse korral on keha kineetiline energia 9 J?

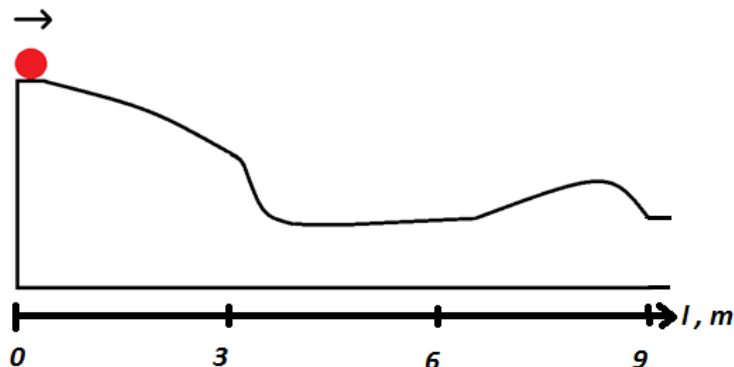
.....

- 3) Leidke keha mass. (Pange kirja ka arvutuskäik)

.....

Ülesanne 3.

Kalle asetab oma tumehalli palli mäe nõlvale ja lükkas õrnalt selle mäest alla. Pall läbib joonisel toodud teekonna ilma tagasi veeremata, olles kogu katse aja pinnaga kontaktis. Peale maastiku läbimist jätkab pall veeremist tasasel pinnal.

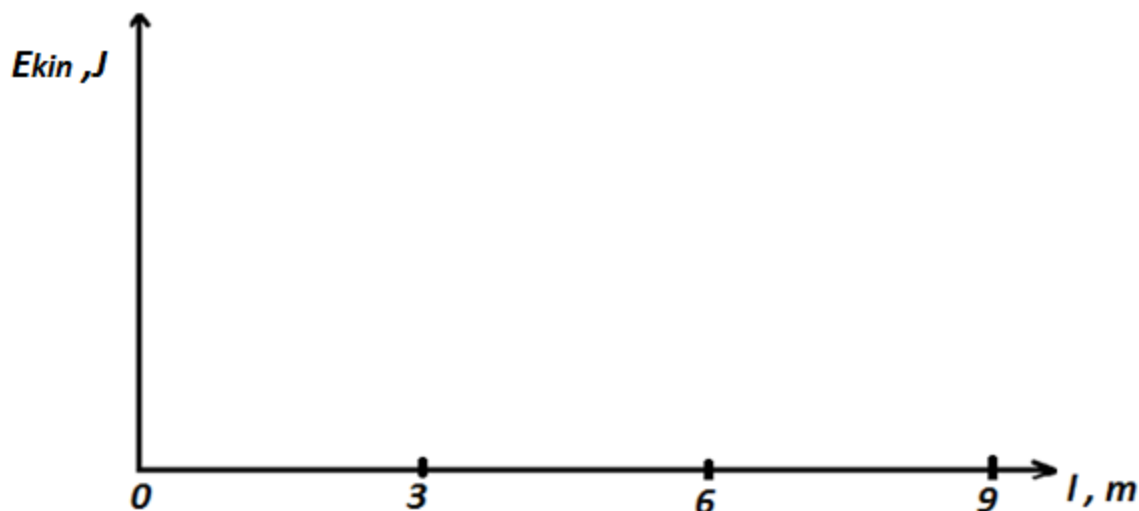


Mõtiskle, kuidas võiks muutuda palli kineetiline ja potentsiaalne energia mäest alla veeredes.

1. Joonista ette antud telgedele mäest alla veereva palli kineetilise energia graafik. Joonista graafik, kus oleks esitatud sinu hinnang, millise suhtelise kineetilise energiaga pall liigub erinevates punktides.
2. Märgi mäe nõlva reljeefi joonisele punkt A, kus on palli potentsiaalne energia kõige suurem.
3. Märgi sinu enda poolt joonistatud graafikule punkt A, kus on palli potentsiaalne energia kõige suurem.
4. Märgi mäe nõlva reljeefi joonisele punkt B, kus on palli potentsiaalne energia oluliselt väiksem, kui punktis A.
5. Märgi sinu enda poolt joonistatud graafikule punkt B, kus on palli potentsiaalne energia oluliselt väiksem, kui punktis A.
6. Kui pall liigub edasi peale etteantud nõlvadest üles-alla liikumist ainult mööda horisontaalset pinda, siis kuidas muutub palli kineetiline energia? Põhjenda!

.....

.....



(Berg, Smith, 1994)

Täna Teid kulutatud aja ja mõttetöö eest.

Aitäh!

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina Jaana Mihailišina (11.08.1988)

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose **Õpilaste graafilise informatsiooni lugemise ja kujutamise oskus füüsika tunnis (Tartu Jaan Poska Gümnaasiumi näitel)**,

mille juhendaja on Svetlana Ganina, ja

mida retsenseeris Henn Voolaid.

- 1.1.reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
- 1.2.üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartus 03.06.2014 (*kuupäev*)